



Universität Stuttgart

Modulhandbuch
Studiengang Double Masters Degrees Simulation Technology
Prüfungsordnung: 2013

Sommersemester 2014
Stand: 25. März 2014

Universität Stuttgart
Keplerstr. 7
70174 Stuttgart

Inhaltsverzeichnis

100 Eindhoven	3
110 Incoming	4
111 Compulsory Modules	5
34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen	6
42460 Numerische Simulation	8
24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A	10
112 Electives	12
55900 Computational Mechanics of Materials	13
55920 Computational Mechanics of Structures	15
55880 Continuum Mechanics	17
50090 Environmental Fluid Mechanics I	19
55910 Introduction to Scientific Programming	21
50280 Multiphase Modeling in Porous Media	23
55890 Optimization of Mechanical Systems	25
55930 Seminar on Mathematical Modelling	27
55940 Seminar on Mathematical Modelling	28
80070 Masterarbeit Simulation Technology	29
120 Outgoing	30
121 Compulsory Modules	31
34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen	32
24910 Forschungsmodul 1	34
42460 Numerische Simulation	35
24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A	37
24890 Simulationstechnik für Master-Studierende B	39
34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen	41
122 Electives	42
55900 Computational Mechanics of Materials	43
55920 Computational Mechanics of Structures	45
55880 Continuum Mechanics	47
50090 Environmental Fluid Mechanics I	49
50170 Environmental Fluid Mechanics II	51
16150 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik	53
55910 Introduction to Scientific Programming	55
50140 Modeling of Hydrosystems	57
55890 Optimization of Mechanical Systems	59
55930 Seminar on Mathematical Modelling	61
55940 Seminar on Mathematical Modelling	62
50150 Stochastical Modeling and Geostatistics	63
12320 Technische Thermodynamik 1	65

100 Eindhoven

Zugeordnete Module: 110 Incoming
 120 Outgoing

110 Incoming

Zugeordnete Module: 111 Compulsory Modules
 112 Electives
 80070 Masterarbeit Simulation Technology

111 Compulsory Modules

Zugeordnete Module: 24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A
 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen
 42460 Numerische Simulation

Modul: 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080803801	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof.Dr. Kunibert Gregor Siebert	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Wahlbereich CS B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Wahlbereich NES B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlbereich DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Compulsory Modules DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studenten besitzen Kenntnis grundlegender Konzepte, Algorithmen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen; sie erwerben die Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig Methoden zu entwickeln, zu analysieren und umzusetzen, mit denen anwendungsorientierte Probleme effizient und genau gelöst werden können.		
13. Inhalt:	Partielle Differentialgleichungen und deren numerische Behandlung: Einteilung partieller Differentialgleichungen, Finite Differenzen und Finite Elemente in 2 und 3 Raumdimensionen, Diskretisierung parabolischer Differentialgleichungen, Verfahren für hyperbolische Erhaltungsgleichungen in einer Raumdimension		
14. Literatur:	D. Braess, Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie. D. Kröner, Numerical Schemes for Conservation Laws.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 349101 Vorlesung Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen • 349102 Übung Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, wie folgt: Präsenzzeit: 42 h (V), 21 h (Ü) Selbststudium: 207		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 34911 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich 		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 42460 Numerische Simulation

2. Modulkürzel:	051240060	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Dirk Pflüger • Stefan Zimmer • Miriam Mehl 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Compulsory Modules</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>080300100 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und 051240005 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw. 051240006 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker 051240020 Grundlagen des wissenschaftlichen Rechnens</p>		
12. Lernziele:	Fähigkeit zur Implementierung numerischer Methoden und Entwicklung und Umsetzung geeigneter Datenstrukturen.		
13. Inhalt:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente, Finite Differenzen sowie praktische Aspekte der effizienten und parallelen Umsetzung auf Rechnern.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Griebel, Dornseifer, Neunhoeffler: Numerical simulation in fluid dynamics : a practical introduction; SIAM, 1998 / Numerische Simulation in der Strömungsmechanik; Vieweg 1995 • Griebel, Knapek, Zumbusch, Caglar: Numerische Simulation in der Moleküldynamik : Numerik, Algorithmen, Parallelisierung, Anwendungen; Springer 2004 • Braess: Finite Elemente : Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie; Springer, 2007 		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 424601 Vorlesung Numerische Simulation • 424602 Übung Numerische Simulation 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudiumszeit: 138 Stunden</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42461 Numerische Simulation (LBP), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von: Simulation großer Systeme

Modul: 24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A

2. Modulkürzel:	021420021	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch

8. Modulverantwortlicher: Dr. Syn Schmitt

9. Dozenten: Dozenten des SRC Simtech

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

- B.Sc. Simulation Technology, PO 2010
 - Vorgezogene Master-Module
- B.Sc. Simulation Technology, PO 2013
 - Vorgezogene Master-Module
- DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013
 - Eindhoven
 - Incoming
 - Compulsory Modules
- DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013
 - Eindhoven
 - Outgoing
 - Compulsory Modules
- M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester
 - Pflichtmodule

11. Empfohlene Voraussetzungen:

12. Lernziele: Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden der Modellbildung und Lösungsmethoden und können diese nennen. Sie können die jeweils geeigneten Methoden für eine Fragestellung auswählen und anwenden.

13. Inhalt: Entsprechend den Research Areas (RA) des SRC SimTech werden unterschiedliche Modelle und Methoden vorgestellt. Es werden Ziele und Einsatzzwecke anwendungsorientiert erläutert und die Verknüpfung der Research Areas untereinander dargestellt.

Neue Methoden zur Modellbildung molekular-dynamischer und kontinuums-mechanischer Systeme, mathematische und numerische Methoden, Modellreduktion und die Umsetzung in leistungsfähige Algorithmen werden an ausgewählten Beispielen vermittelt. Weiterhin werden verschiedene Lösungsmethoden übergreifend vorgestellt.

Pro Semester wird eine RA speziell herausgegriffen und anhand eines Beispiels aus der aktuellen Forschung die genannten Inhalte und Verknüpfungen erläutert.

- RA A „Molecular and Particle Simulations“
- RA B „Advanced Mechanics of Multi-scale and Multi-field Problems“
- RA C „Analysis, Design and Optimisation of Systems“
- RA D „Numerical and Computational Mathematics“
- RA E „Integrated Data Management and Interactive Visualisation“
- RA F "Hybrid High-Performance Computing Systems and Simulation Software Engineering"
- RA G "Integrative Platform of Reflection and Contextualisation"

14. Literatur:	Wird jeweils in den einzelnen Teilen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben, entsprechend der Ausrichtung der Research Area.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	248801 Vorlesung mit Übung Simulationstechnik für Master-Studierende A
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h: Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24881 Simulationstechnik für Master-Studierende A (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

112 Electives

Zugeordnete Module:

- 50090 Environmental Fluid Mechanics I
- 50280 Multiphase Modeling in Porous Media
- 55880 Continuum Mechanics
- 55890 Optimization of Mechanical Systems
- 55900 Computational Mechanics of Materials
- 55910 Introduction to Scientific Programming
- 55920 Computational Mechanics of Structures
- 55930 Seminar on Mathematical Modelling
- 55940 Seminar on Mathematical Modelling

Modul: 55900 Computational Mechanics of Materials

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr.-Ing. Christian Miehe		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have a working knowledge of the behavior and modeling of elastic and inelastic materials in the one dimensional context. The students are further capable of performing numerical implementations of the classical material models of elasticity and inelasticity in the framework of the finite element method by using canonical algorithmic schemes.		
13. Inhalt:	Introduction to discrete and continuous modeling of materials (microstructures, homogenization techniques and multi-scale approaches), fundamental theoretical concepts (basic rheology, classification of the phenomenological material response, elements of continuum thermodynamics), fundamental numerical concepts (discretization techniques for evolution systems, linearization techniques and iterative solution of nonlinear systems), linear and nonlinear elasticity, damage mechanics, viscoelasticity (linear and nonlinear models, stress update algorithms and consistent linearization), rate-independent plasticity (theoretical formulations, return mapping		

schemes, incremental variational formulations, consistent elastic-plastic tangent moduli), viscoplasticity (classical approaches and overstress models).

14. Literatur: Complete notes on black board, exercise material will be handed out in the exercises.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: approx. 52 h
Self-study: approx. 128h

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55901 Computational Mechanics of Materials (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 55920 Computational Mechanics of Structures

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Prof.Dr.-Ing. Manfred Bischoff	
9. Dozenten:		Manfred Bischoff	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:		<p>The students know the fundamental theories and models in linear structural mechanics, in particular trusses, beams, plates and solids. They understand the basic concepts, algorithms and mathematical elements of the finite element method within the context of elasticity problems. In view of practical application of computational methods in structural mechanics the students are aware of their character as an approximation method and their convergence properties. They are able to critically check and interpret numerical results. The students have the theoretical background for the skillful modeling of structures with finite elements and other computational methods. They have learned the fundamentals for advanced courses on structural mechanics and finite elements.</p>	
13. Inhalt:		<p>The module combines fundamental topics of structural mechanics and finite element theory in their respective context.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>direct stiffness method</i> • <i>isoparametric concept</i> 	

- *variational formulation of finite elements, mixed variational principles shape functions, approximation spaces and mathematical convergence requirements*
- *finite elements for trusses, beams, plates and solids*
- *locking, reduced integration, mixed and hybrid finite element methods*
- *modeling in structural mechanic, mathematical model and numerical model (discretization)*
- interpretation of numerical results

14. Literatur:	lecture notes „Computational Mechanics of Structures“, Institut für Baustatik und Baudynamik
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: approx. 42 h Self-study: approx. 138h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55921 Computational Mechanics of Structures (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 55880 Continuum Mechanics

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students are able to apply continuum-mechanical methods to the description of solid mechanical problems.		
13. Inhalt:	<p>Continuum-mechanical knowledge is the fundamental basis for the computation of deformation processes of solid materials. Based on the methods of tensor calculus, the lecture offers the following content:</p> <p>Vector and Tensor Algebra: symbols, spaces, products, specific tensors and definitions</p> <p>Vector and Tensor Analysis: functions of scalar-, vector- and tensor-valued variables, integral theorem (e. g., after Gauss or Stokes)</p> <p>Foundations of Continuum Mechanics: kinematics and deformation, forces and stress concepts: Cauchy's lemma and theorem, Cauchy, Kirchhoff and Piola-Kirchhoff stress tensors</p> <p>Fundamental Balance Laws: master balance, axiomatic balance relations of mechanics (mass balance, momentum and angular momentum balances)</p> <p>Related Balance Laws and Concepts: balance of mechanical energy, stress power and the concept of conjugate variables, d'Alembert's principle and the principle of virtual work</p> <p>Numerical Aspects of Continuum Mechanics: strong and weak formulation of the boundary-value problem</p> <p>The Closure Problem of Mechanics: finite elasticity of solid mechanics (as an example), linearization of the field equations</p>		
14. Literatur:	P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.		

W. Ehlers [each WT, ST], Introduction to Vector- und Tensor Calculus, <http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/lis2/lehre/uebungen/index.php/#begleitmaterialien>.

M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.

P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2.nd Edition, Springer.

G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley & Sons.

L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of Attendance: ca. 52 h

Private Study: ca. 128 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:

55881 Continuum Mechanics (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min.,
Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 50090 Environmental Fluid Mechanics I

2. Modulkürzel:	021420012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Jürgen Braun • Holger Class • Wolfgang Nowak 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Technical Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to the statics of rigid bodies • Introduction to elastostatics • Introduction to the mechanics of incompressible fluids <p>Higher Mathematics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partial differential equations • Vector analysis • Numerical integration <p>Fundamentals of Flow Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservation equations for mass, momentum, energy • Navier-Stokes, Euler, Reynolds, Bernoulli equation 		
12. Lernziele:	Students have fundamental knowledge of flow in various natural hydrosystems and its application in civil and environmental engineering.		
13. Inhalt:	<p>The lecture deals with flow in natural hydrosystems with particular emphasis on groundwater / seepage flow and on flow in surface water / open channels. Groundwater hydraulics includes flow in confined, semi-confined and unconfined groundwater aquifers, wells, pumping tests and other hydraulic investigation methods for exploring groundwater aquifers. In addition, questions concerning regional groundwater management (z.B. recharge, unsaturated zone, saltwater intrusion) are discussed. Using the example of groundwater flow, fundamentals of CFD (Computational Fluid Dynamics) are explained, particularly the numerical discretisation techniques finite volume und finite difference. The hydraulics of surface water deals with shallow water equations / Saint</p>		

Venant equations, unstationary channel flow, turbulence und layered systems. Calculation methods such as the methods of characteristics are explained. The contents are:

- Potential flow and groundwater flow
- Computational Fluid Dynamics
- Shallow water equations for surface water
- Charakteristikenmethode
- Examples from civil and environmental engineering

14. Literatur:	Lecture notes: Hydromechanics, Helmig and Class Lecture notes: Ausbreitungs- und Transportvorgänge in Strömungen, Cirpka White, F.M.: Fluid Mechanics, WCB/McGraw-Hill, New York, 1999 Freeze, R.A. and Cherry J.A.: Groundwater, Prentice Hall, 1979
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 500901 Lecture Environmental Fluid Mechanics I • 500902 Excercise Environmental Fluid Mechanics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 50091 Environmental Fluid Mechanics I (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 55910 Introduction to Scientific Programming

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Bernreuther		
9. Dozenten:	Martin Bernreuther		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have a thorough knowledge of the Programming Python. They know different Programming Paradigms (Procedural/ Object-oriented Programming) and how to apply them to solve numerical Problems		
13. Inhalt:	<p>The aim of the lecture is to give the students the ability to write software for the solution of numerical problems with a state-of-the-art programming language.</p> <p>Topics covered are:</p> <p>Variables, Conditional Execution, Loops</p> <p>Functions</p> <p>Object-oriented Programming</p> <p>Inheritance, Virtual Functions, Abstract Base Classes</p> <p>Templates, Containers</p> <p>File I/O Floating Point Numbers, Error Propagation/Analysis</p> <p>Direct Solution of Linear Equation System Interpolation Numerical Differentiation Numerical Integration In the exercise meetings the students have the possibility to ask questions to the material presented in the lecture and to program under supervision.</p>		
14. Literatur:	Lecture Slides		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: 31 h

Private Study: ca. 59 h

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55911 Introduction to Scientific Programming (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 50280 Multiphase Modeling in Porous Media

2. Modulkürzel:	021100013	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Apl. Prof.Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Holger Class • Rainer Helmig 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Theory of multiphase systems in porous media:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phases / components • Capillary pressure • Relative permeability <p>Contents of Environmental Fluid Mechanics I</p>		
12. Lernziele:	<p>Students have the basic theoretical and numerical knowledge to model multiphase systems in porous media. Furthermore, they have basic skills to practically work with numerical software, programming languages, etc.</p>		
13. Inhalt:	<p>Using complex models in engineering practice requires well-founded knowledge of the characteristics of discretisation techniques as well as of the capabilities and limitations of numerical models, taking into account the respective concepts implemented and the underlying model assumptions. The contents are:</p> <p>Theory of multiphase flow in porous media</p> <ul style="list-style-type: none"> • Derivation of the differential equations • constitutive relations <p>Numerical solution of the multiphase flow equation</p> <ul style="list-style-type: none"> • Box method • Linearisation • Time discretisation <p>Multicomponent systems</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamic fundamentals and non-isothermal processes <p>Application examples:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermal remediation techniques • CO₂ storage in geological formations 		

	<ul style="list-style-type: none">• Water / oxygen transport in gas diffusion layers of fuel cells• Freshwater / saltwater interaction
14. Literatur:	Lecture notes: Multiphase Modeling, Class Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface. Springer, 1997 Class, H.: Models for Non-Isothermal Compositional Gas-Liquid Flow and Transport in Porous Media, Habilitation, Universität Stuttgart, 2008
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none">• 502801 Lecture Multiphase Modeling in Porous Media• 502802 Exercise Multiphase Modeling in Porous Media
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50281 Multiphase Modeling in Porous Media (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 55890 Optimization of Mechanical Systems

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Prof.Dr.-Ing. Peter Eberhard	
9. Dozenten:		Peter Eberhard	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:		Knowledge of the basics of optimization in engineering systems; Independent, confident, critical and creative application of optimization techniques to mechanical systems	
13. Inhalt:		<p>Formulation of the optimization problem: optimization criteria, scalar optimization problem, multicriteria optimization Sensitivity Analysis: Numerical differentiation, semianalytical methods, automatic differentiation Unconstrained parameter optimization: theoretical basics, strategies, Quasi-Newton methods, stochastic methods Constrained parameter optimization: theoretical basics, strategies, Lagrange-Newton methods</p>	
14. Literatur:		<p>Lecture SlidesLecture notes Lecture materials of the ITMD. Bestle and W. Schiehlen (Eds.): Optimization of Mechanical Systems. Proceedings of the IUTAM Symposium Stuttgart, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996 R. Haftka and Z. Gurdal: Elements of Structural Optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992 L. Harzheim: Strukturoptimierung. Frankfurt, Verlag Harry Deutsch, 2007</p>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:		<p>approx. 21 hours class</p> <p>+ 42 hours class pre/post preparation</p> <p>+ 27 hours exam preparation</p> <p>= 90 hours</p>	
17. Prüfungsnummer/n und -name:		55891 Optimization of Mechanical Systems (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0	

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 55930 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Maren Paul		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55931 Seminar in Mathematical Modelling (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 55940 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Maren Paul		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55941 Seminar in Mathematical Modelling (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 80070 Masterarbeit Simulation Technology

2. Modulkürzel:	021420020	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	30.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Eindhoven → Incoming		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss aller Pflichtveranstaltungen des Fachstudiums bis zum 3. Fachsemester		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden können in dem vorgesehenen Zeitraum von 6 Monaten eine umfangreiche und komplexe Aufgabe ziel- und ergebnisorientiert eigenständig bearbeitet.</p> <p>Sie haben sich eine wissenschaftliche Vorgehensweise angeeignet und diese konsequent in ihrer Arbeit eingesetzt. Sie können ausgehend von der Aufgabenstellung ein Konzept zur Problemlösung entwickeln, angemessene Methoden auswählen und anwenden, die relevanten Informationen und Daten erheben sowie kritisch auswerten. Sie formulieren die Begründung ihrer Ergebnisse klar und prägnant sowie unter Verwendung adäquater wissenschaftlicher Fachsprache in schriftlicher und mündlicher Form. Sie entwickeln eigenständig Schlussfolgerungen sowie weitere Empfehlungen und setzen ihre Arbeit in den Kontext des aktuellen Stands der Forschung.</p>		
13. Inhalt:	<p>Das Thema der Masterarbeit wird zu einem aktuellen Forschungsgebiet der Simulationstechnik gestellt. Die Aufgabenstellung wird so gewählt, dass sie eigenständige Forschung ermöglicht.</p> <p>Die Masterarbeit besteht aus der schriftlichen Arbeit sowie einem Kolloquium.</p> <p>Das Kolloquium beinhaltet einen 30-minütigen Vortrag über die Arbeit sowie eine anschließende nicht-öffentliche mündliche Befragung.</p> <p>Die Note der schriftlichen Arbeit sowie die Note des Kolloquiums gehen in die Gesamtnote der Masterarbeit im Verhältnis 9 : 1 ein.</p>		
14. Literatur:	Entsprechend dem Thema der Thesis.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Erstellen der Masterarbeit: 810 h Vorbereitung Kolloquium: 89 h Kolloquium inkl. mündl. Befragung: 1 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	3999 Masterarbeit (PL), schriftliche Prüfung, Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

120 Outgoing

Zugeordnete Module:	121	Compulsory Modules
	122	Electives

121 Compulsory Modules

Zugeordnete Module: 24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A
 24890 Simulationstechnik für Master-Studierende B
 24910 Forschungsmodul 1
 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen
 34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen
 42460 Numerische Simulation

Modul: 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080803801	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Wahlbereich CS B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Wahlbereich NES B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlbereich DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Compulsory Modules DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studenten besitzen Kenntnis grundlegender Konzepte, Algorithmen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen; sie erwerben die Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig Methoden zu entwickeln, zu analysieren und umzusetzen, mit denen anwendungsorientierte Probleme effizient und genau gelöst werden können.		
13. Inhalt:	Partielle Differentialgleichungen und deren numerische Behandlung: Einteilung partieller Differentialgleichungen, Finite Differenzen und Finite Elemente in 2 und 3 Raumdimensionen, Diskretisierung parabolischer Differentialgleichungen, Verfahren für hyperbolische Erhaltungsgleichungen in einer Raumdimension		
14. Literatur:	D. Braess, Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie. D. Kröner, Numerical Schemes for Conservation Laws.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 349101 Vorlesung Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen • 349102 Übung Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, wie folgt: Präsenzzeit: 42 h (V), 21 h (Ü) Selbststudium: 207		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 34911 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich 		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 24910 Forschungsmodul 1

2. Modulkürzel:	080300012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	0.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Pflichtmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich Kenntnisse des aktuellen Forschungsstands in einem vorgegebenen Teilgebiet der Simulationstechnik selbstständig angeeignet. Die Studierenden kennen unterschiedliche Lösungsansätze zu einer vorgegebenen Problemstellung und können diese gegeneinander abwägen. Sie können ihre Arbeit selbst planen, organisieren und durchführen. Sie können die speziellen Aspekte unterschiedlicher Fachgebiete in ihre Ergebnisfindung einbeziehen. Sie können im Team zusammenarbeiten und ihre Ergebnisse präzise in einer schriftlichen Form darstellen. Sie sind mit den Grundzügen der wissenschaftlichen Arbeitsweise vertraut.		
13. Inhalt:	Der Betreuer stellt dem Studierenden ein aktuelles Forschungsgebiet und eine konkretes eng umrissenes offenes Problem vor. Auf der Basis einer schriftlichen Aufgabenstellung entwickelt der Studierende Lösungsansätze. Idealerweise ist der Studierende in die Arbeit eines Teams eingebunden.		
14. Literatur:	Die Literaturstellen werden individuell von jedem Betreuer zu einem mit dem Studierenden persönlich abgestimmten Themengebiet vergeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	249101 Selbststudium		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h, die sich wie folgt ergeben: Präsenzzeit: 0 h Selbststudium: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24911 Forschungsmodul 1 (USL), schriftliche Prüfung, Gewichtung: 9.0, schriftlicher Bericht über die Resultate		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 42460 Numerische Simulation

2. Modulkürzel:	051240060	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Dirk Pflüger • Stefan Zimmer • Miriam Mehl 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Compulsory Modules</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>080300100 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und 051240005 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw. 051240006 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker 051240020 Grundlagen des wissenschaftlichen Rechnens</p>		
12. Lernziele:	Fähigkeit zur Implementierung numerischer Methoden und Entwicklung und Umsetzung geeigneter Datenstrukturen.		
13. Inhalt:	Strukturmechanik, Strömungsmechanik, Finite Elemente, Finite Differenzen sowie praktische Aspekte der effizienten und parallelen Umsetzung auf Rechnern.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Griebel, Dornseifer, Neunhoffer: Numerical simulation in fluid dynamics : a practical introduction; SIAM, 1998 / Numerische Simulation in der Strömungsmechanik; Vieweg 1995 • Griebel, Knapek, Zumbusch, Caglar: Numerische Simulation in der Moleküldynamik : Numerik, Algorithmen, Parallelisierung, Anwendungen; Springer 2004 • Braess: Finite Elemente : Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie; Springer, 2007 		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 424601 Vorlesung Numerische Simulation • 424602 Übung Numerische Simulation 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudiumszeit: 138 Stunden</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42461 Numerische Simulation (LBP), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von: Simulation großer Systeme

Modul: 24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A

2. Modulkürzel:	021420021	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Syn Schmitt		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Compulsory Modules DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden der Modellbildung und Lösungsmethoden und können diese nennen. Sie können die jeweils geeigneten Methoden für eine Fragestellung auswählen und anwenden.		
13. Inhalt:	<p>Entsprechend den Research Areas (RA) des SRC SimTech werden unterschiedliche Modelle und Methoden vorgestellt. Es werden Ziele und Einsatzzwecke anwendungsorientiert erläutert und die Verknüpfung der Research Areas untereinander dargestellt.</p> <p>Neue Methoden zur Modellbildung molekular-dynamischer und kontinuums-mechanischer Systeme, mathematische und numerische Methoden, Modellreduktion und die Umsetzung in leistungsfähige Algorithmen werden an ausgewählten Beispielen vermittelt. Weiterhin werden verschiedene Lösungsmethoden übergreifend vorgestellt.</p> <p>Pro Semester wird eine RA speziell herausgegriffen und anhand eines Beispiels aus der aktuellen Forschung die genannten Inhalte und Verknüpfungen erläutert.</p> <p>RA A „Molecular and Particle Simulations“ RA B „Advanced Mechanics of Multi-scale and Multi-field Problems“ RA C „Analysis, Design and Optimisation of Systems“ RA D „Numerical and Computational Mathematics“ RA E „Integrated Data Management and Interactive Visualisation“ RA F „Hybrid High-Performance Computing Systems and Simulation Software Engineering“ RA G „Integrative Platform of Reflection and Contextualisation“</p>		

14. Literatur:	Wird jeweils in den einzelnen Teilen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben, entsprechend der Ausrichtung der Research Area.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	248801 Vorlesung mit Übung Simulationstechnik für Master-Studierende A
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h: Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24881 Simulationstechnik für Master-Studierende A (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 24890 Simulationstechnik für Master-Studierende B

2. Modulkürzel:	021420022	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Pflichtmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden der Modellbildung und Lösungsmethoden und können diese nennen. Sie können die jeweils geeigneten Methoden für eine Fragestellung auswählen und anwenden.		
13. Inhalt:	<p>Entsprechend den Research Areas (RA) des SRC SimTech werden unterschiedliche Modelle und Methoden vorgestellt. Es werden Ziele und Einsatzzwecke anwendungsorientiert erläutert und die Verknüpfung der Research Areas untereinander dargestellt.</p> <p>Neue Methoden zur Modellbildung molekular-dynamischer und kontinuums-mechanischer Systeme, mathematische und numerische Methoden, Modellreduktion und die Umsetzung in leistungsfähige Algorithmen werden an ausgewählten Beispielen vermittelt. Weiterhin werden verschiedene Lösungsmethoden übergreifend vorgestellt.</p> <p>Pro Semester wird eine RA speziell herausgegriffen und anhand eines Beispiels aus der aktuellen Forschung die genannten Inhalte und Verknüpfungen erläutert.</p> <p>RA A „Molecular and Particle Simulations“ RA B „Advanced Mechanics of Multi-scale and Multi-field Problems“ RA C „Analysis, Design and Optimisation of Systems“ RA D „Numerical and Computational Mathematics“ RA E „Integrated Data Management and Interactive Visualisation“ RA F „Hybrid High-Performance Computing Systems and Simulation Software Engineering“ RA G „Integrative Platform of Reflection and Contextualisation“</p>		
14. Literatur:	Wird jeweils in den einzelnen Teilen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben, entsprechend der Ausrichtung der Research Area.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	248901 Vorlesung mit Übung Simulationstechnik für Master-Studierende B		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h: Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24891 Simulationstechnik für Master-Studierende B (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080803802	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Bernard Haasdonk • Christian Rohde • Kunibert Gregor Siebert 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen		
12. Lernziele:	Die Studenten verfügen über Kenntnis weiterführender Konzepte, Algorithmen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen; sie erwerben die Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig Methoden zu entwickeln, zu analysieren und umzusetzen, mit denen anwendungsorientierte Probleme effizient und genau gelöst werden		
13. Inhalt:	Vertiefende Themen der Numerik für PDEs, beispielsweise aus dem Bereich der Spektralmethoden, Finite Volumen, Continuous und Discontinuous Galerkin, schnelle Löser für dünnbesetzte Systeme, Mehrgitter und Multilevelverfahren, Anwendungen in der Kontinuumsmechanik, hierarchische Ansätze		
14. Literatur:	<p>D. Braess, Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie.</p> <p>D. Kröner, Numerical Schemes for Conservation Laws.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 349401 Vorlesung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen • 349402 Übung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Insgesamt 270 h, wie folgt:</p> <p>Präsenzzeit: 42 h (V), 21 h (Ü)</p> <p>Selbststudium: 207</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 34941 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich 		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

122 Electives

Zugeordnete Module:	12320	Technische Thermodynamik 1
	16150	Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik
	50090	Environmental Fluid Mechanics I
	50140	Modeling of Hydrosystems
	50150	Stochastical Modeling and Geostatistics
	50170	Environmental Fluid Mechanics II
	55880	Continuum Mechanics
	55890	Optimization of Mechanical Systems
	55900	Computational Mechanics of Materials
	55910	Introduction to Scientific Programming
	55920	Computational Mechanics of Structures
	55930	Seminar on Mathematical Modelling
	55940	Seminar on Mathematical Modelling

Modul: 55900 Computational Mechanics of Materials

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr.-Ing. Christian Mieke		
9. Dozenten:	Christian Mieke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have a working knowledge of the behavior and modeling of elastic and inelastic materials in the one dimensional context. The students are further capable of performing numerical implementations of the classical material models of elasticity and inelasticity in the framework of the finite element method by using canonical algorithmic schemes.		
13. Inhalt:	Introduction to discrete and continuous modeling of materials (microstructures, homogenization techniques and multi-scale approaches), fundamental theoretical concepts (basic rheology, classification of the phenomenological material response, elements of continuum thermodynamics), fundamental numerical concepts (discretization techniques for evolution systems, linearization techniques and iterative solution of nonlinear systems), linear and nonlinear elasticity, damage mechanics, viscoelasticity (linear and nonlinear models, stress update algorithms and consistent linearization), rate-independent plasticity (theoretical formulations, return mapping		

schemes, incremental variational formulations, consistent elastic-plastic tangent moduli), viscoplasticity (classical approaches and overstress models).

14. Literatur: Complete notes on black board, exercise material will be handed out in the exercises.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: approx. 52 h

Self-study: approx. 128h

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55901 Computational Mechanics of Materials (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 55920 Computational Mechanics of Structures

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Prof.Dr.-Ing. Manfred Bischoff	
9. Dozenten:		Manfred Bischoff	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:		<p>The students know the fundamental theories and models in linear structural mechanics, in particular trusses, beams, plates and solids. They understand the basic concepts, algorithms and mathematical elements of the finite element method within the context of elasticity problems. In view of practical application of computational methods in structural mechanics the students are aware of their character as an approximation method and their convergence properties. They are able to critically check and interpret numerical results. The students have the theoretical background for the skillful modeling of structures with finite elements and other computational methods. They have learned the fundamentals for advanced courses on structural mechanics and finite elements.</p>	
13. Inhalt:		<p>The module combines fundamental topics of structural mechanics and finite element theory in their respective context.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>direct stiffness method</i> • <i>isoparametric concept</i> 	

- *variational formulation of finite elements, mixed variational principles shape functions, approximation spaces and mathematical convergence requirements*
- *finite elements for trusses, beams, plates and solids*
- *locking, reduced integration, mixed and hybrid finite element methods*
- *modeling in structural mechanic, mathematical model and numerical model (discretization)*
- interpretation of numerical results

14. Literatur:	lecture notes „Computational Mechanics of Structures“, Institut für Baustatik und Baudynamik
<hr/>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
<hr/>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: approx. 42 h Self-study: approx. 138h
<hr/>	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55921 Computational Mechanics of Structures (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
<hr/>	
18. Grundlage für ... :	
<hr/>	
19. Medienform:	
<hr/>	
20. Angeboten von:	
<hr/>	

Modul: 55880 Continuum Mechanics

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Prof.Dr.-Ing. Wolfgang Ehlers	
9. Dozenten:		Wolfgang Ehlers	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:		The students are able to apply continuum-mechanical methods to the description of solid mechanical problems.	
13. Inhalt:		<p>Continuum-mechanical knowledge is the fundamental basis for the computation of deformation processes of solid materials. Based on the methods of tensor calculus, the lecture offers the following content:</p> <p>Vector and Tensor Algebra: symbols, spaces, products, specific tensors and definitions</p> <p>Vector and Tensor Analysis: functions of scalar-, vector- and tensor-valued variables, integral theorem (e. g., after Gauss or Stokes)</p> <p>Foundations of Continuum Mechanics: kinematics and deformation, forces and stress concepts: Cauchy's lemma and theorem, Cauchy, Kirchhoff and Piola-Kirchhoff stress tensors</p> <p>Fundamental Balance Laws: master balance, axiomatic balance relations of mechanics (mass balance, momentum and angular momentum balances)</p> <p>Related Balance Laws and Concepts: balance of mechanical energy, stress power and the concept of conjugate variables, d'Alembert's principle and the principle of virtual work</p> <p>Numerical Aspects of Continuum Mechanics: strong and weak formulation of the boundary-value problem</p> <p>The Closure Problem of Mechanics: finite elasticity of solid mechanics (as an example), linearization of the field equations</p>	
14. Literatur:		P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.	

W. Ehlers [each WT, ST], Introduction to Vector- und Tensor Calculus, <http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php/#begleitmaterialien>.

M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.

P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2.nd Edition, Springer.

G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley & Sons.

L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Time of Attendance: ca. 52 h

Private Study: ca. 128 h

17. Prüfungsnummer/n und -name:

55881 Continuum Mechanics (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min.,
Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 50090 Environmental Fluid Mechanics I

2. Modulkürzel:	021420012	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Jürgen Braun • Holger Class • Wolfgang Nowak 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Technical Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to the statics of rigid bodies • Introduction to elastostatics • Introduction to the mechanics of incompressible fluids <p>Higher Mathematics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Partial differential equations • Vector analysis • Numerical integration <p>Fundamentals of Flow Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conservation equations for mass, momentum, energy • Navier-Stokes, Euler, Reynolds, Bernoulli equation 		
12. Lernziele:	Students have fundamental knowledge of flow in various natural hydrosystems and its application in civil and environmental engineering.		
13. Inhalt:	<p>The lecture deals with flow in natural hydrosystems with particular emphasis on groundwater / seepage flow and on flow in surface water / open channels. Groundwater hydraulics includes flow in confined, semi-confined and unconfined groundwater aquifers, wells, pumping tests and other hydraulic investigation methods for exploring groundwater aquifers. In addition, questions concerning regional groundwater management (z.B. recharge, unsaturated zone, saltwater intrusion) are discussed. Using the example of groundwater flow, fundamentals of CFD (Computational Fluid Dynamics) are explained, particularly the numerical discretisation techniques finite volume und finite difference. The hydraulics of surface water deals with shallow water equations / Saint</p>		

Venant equations, unstationary channel flow, turbulence und layered systems. Calculation methods such as the methods of characteristics are explained. The contents are:

- Potential flow and groundwater flow
- Computational Fluid Dynamics
- Shallow water equations for surface water
- Charakteristikenmethode
- Examples from civil and environmental engineering

14. Literatur:	Lecture notes: Hydromechanics, Helmig and Class Lecture notes: Ausbreitungs- und Transportvorgänge in Strömungen, Cirpka White, F.M.: Fluid Mechanics, WCB/McGraw-Hill, New York, 1999 Freeze, R.A. and Cherry J.A.: Groundwater, Prentice Hall, 1979
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 500901 Lecture Environmental Fluid Mechanics I • 500902 Excercise Environmental Fluid Mechanics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 50091 Environmental Fluid Mechanics I (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0 • V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 50170 Environmental Fluid Mechanics II

2. Modulkürzel:	021420013	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> • Rainer Helmig • Wolfgang Nowak 		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Recommended background knowledge: Mechanics of incompressible and compressible fluids, fundamentals of numerical methods in fluid mechanics, fundamentals of exchange and transport processes in technical and natural systems (e.g. groundwater and surface water, pipelines). Contents of Environmental Fluid Mechanics I</p>		
12. Lernziele:	<p>Students have the necessary grasp of hydrodynamic, physical and chemical processes and systems to be able to answer environmentally relevant questions concerning water and air quality in natural and technical systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The lecture deals with the heat and mass budget of natural and technical systems. This includes transport processes in lakes, rivers and groundwater, heat and mass transfer processes between compartments as well as between various phases (sorption, dissolution), conversion of matter in aquatic systems and the quantitative description of these processes. In addition to classical single fluid phase systems, multiphase flow and transport processes in porous media will be considered. On the basis of a comparison of single- and multiphase flow systems, the various model concepts will be discussed and assessed.</p> <p>In the accompanying exercises, example problems present applications, extend the lecture material and help prepare for the exam. Computer exercises improve the grasp of the problems and give insight into the practical application of what has been learned.</p>		
14. Literatur:	<p>Lecture notes: Fluidmechanics II, Helmig Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface. Springer, 1997</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 501701 Lecture Environmental Fluid Mechanics II • 501702 Exercise Environmental Fluid Mechanics II 		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum: 180h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 50171 Environmental Fluid Mechanics II (PL), schriftliche Prüfung,
120 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 16150 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik

2. Modulkürzel:	021010010	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr.-Ing. Christian Miehe		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc.-Abschluss im Bauingenieurwesen, im Maschinenbau, in der Umweltschutztechnik oder einem vergleichbaren Fach sowie Grundkenntnisse der Kontinuumsmechanik (vergleichbar HMI) und der numerischen Mechanik (vergleichbar HMI)		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik als Basis für die phänomenologische, makroskopische Beschreibung ingenieurtechnischer Prozesse von Festkörpern und Fluiden bei endlichen (finiten) Deformationen und komplexen Materialverhalten unter Beachtung von Stabilitätsproblemen und Materialversagen. Durch die rigorose deduktive Darstellung in der Vorlesung haben die Studierenden somit einen direkten Zugang zur fortgeschrittenen Anwendung dieses elementar wichtigen Wissens- und Forschungsgebietes basierend auf Terminologien moderner Differentialgeometrie.		
13. Inhalt:	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik sind fundamentale Voraussetzung für die theoretische und algorithmische Durchdringung geometrisch und physikalisch nichtlinearer Deformations-, Versagens- und Transportprozesse in Festkörpern aus metallischen und polymeren Werkstoffen sowie Geomaterialien. Die Vorlesung bietet eine Darstellung von Grundkonzepten der Kontinuumsmechanik und Materialtheorie großer elastischer und inelastischer Verzerrungen. Dabei erfolgt die Darstellung mit einem betont geometrischen Akzent basierend auf modernen Terminologien der Differentialgeometrie, u.a. auch in Hinblick auf die Beschreibung von Mehrfeldtheorien mit thermound elektromechanischen Kopplungen. Parallel zu der theoretischen Darstellung werden algorithmische Aspekte der Computerimplementation von Modellen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik behandelt. Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Tensoralgebra und -analysis auf Mannigfaltigkeiten • Differentialgeometrie endlicher (finiter) Deformationen • Bilanzprinzip der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik • Phänomenologische Materialtheorie endlicher Verzerrungen • Eindeutigkeit von Randwertproblemen und Stabilitätstheorie 		

14. Literatur:	Vollständiger Tafelanschrieb, Material für die Übungen wird in den Übungen ausgeteilt.
	<ul style="list-style-type: none"> • J. E. Marsden, T. J. R. Hughes [1983], Mathematical Foundations of Elasticity, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. • P. G. Ciarlet [1988], Mathematical Elasticity, Volume 1: Three Dimensional Elasticity, North-Holland. • R. W. Ogden [1984], Non-Linear Elastic Deformations, Ellis Horwood Series Mathematics and its Applications. • M. Silhavy [1997], The Mechanics and Thermodynamics of Continuous Media, Springer-Verlag. • C. A. Truesdell, W. Noll [1965], The Non-linear Field Theories of Mechanics, Handbuch der Physik, Vol. III (3), S. Flügge (Ed.), Springer Verlag, Berlin. • C. A. Truesdell, R. A. Toupin [1960], The Classical Field Theories, Handbuch der Physik, Vol. III (1), S. Flügge (Ed.), Springer Verlag, Berlin.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 161501 Vorlesung Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik • 161502 Übung Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 52 h Selbststudium: 128 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 16151 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik (PL), mündliche Prüfung, 40 Min., Gewichtung: 1.0, • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 55910 Introduction to Scientific Programming

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Bernreuther		
9. Dozenten:	Martin Bernreuther		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students have a thorough knowledge of the Programming Python. They know different Programming Paradigms (Procedural/ Object-oriented Programming) and how to apply them to solve numerical Problems		
13. Inhalt:	<p>The aim of the lecture is to give the students the ability to write software for the solution of numerical problems with a state-of-the-art programming language.</p> <p>Topics covered are:</p> <p>Variables, Conditional Execution, Loops</p> <p>Functions</p> <p>Object-oriented Programming</p> <p>Inheritance, Virtual Functions, Abstract Base Classes</p> <p>Templates, Containers</p> <p>File I/O Floating Point Numbers, Error Propagation/Analysis</p> <p>Direct Solution of Linear Equation System Interpolation Numerical Differentiation Numerical Integration In the exercise meetings the students have the possibility to ask questions to the material presented in the lecture and to program under supervision.</p>		
14. Literatur:	Lecture Slides		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: 31 h

Private Study: ca. 59 h

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55911 Introduction to Scientific Programming (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 50140 Modeling of Hydrosystems

2. Modulkürzel:	021420011	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	5.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Bernd Flemisch		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Recommended background knowledge: Higher Mathematics: <ul style="list-style-type: none"> • Partial differential equations • Numerical integration Fundamentals of fluid mechanics: <ul style="list-style-type: none"> • Conservation equations for mass, momentum, energy • Mathematical descr 		
12. Lernziele:	Students can select suitable numerical methods for solving problems from fluid mechanics and have basic knowledge of implementing a numerical model in C.		
13. Inhalt:	Discretisation methods: <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the common methods (finite differences, finite elements, finite volume) and the differences between them • Advantages and disadvantages and of the methods and thus of their applicability • Derivation of the various methods • Use and choice of the correct boundary conditions for the various methods Time discretisation: <ul style="list-style-type: none"> • Knowledge of the various possibilities • Assessment of stability, computational effort, precision • Courant number, CFL criterion Transport equation: <ul style="list-style-type: none"> • Various discretisation possibilities • Physical background • Stability criteria of the methods (Peclet number) Choice of a grid		

Overview of discretisation techniques on the basis of the stationary groundwater equation:

- Finite differences
- Finite volume (integral finite differences)
- Finite elements

Time discretisation on the basis of the instationary groundwater equation:

- explicit and implicit methods

Discretisation of the transport equation:

- Central difference methods
- Upwinding

Introduction to stability analysis, convergence

Clarification of concepts: model, simulation

Derivation of the finite element method

Application of the finite element method to the stationary groundwater equation
 Setting-up of a simulation programme for modeling groundwater:

- Programme requirements
- Programming individual routines

Fundamentals of programming in C:

- Control structures
- Functions
- Arrays
- Debugging

Visualisation of the simulation results

14. Literatur:	Lecture notes: Modeling of Hydrosystems, Helmig Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface, Springer Verlag, 1997
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 501401 Lecture Modeling of Hydrosystems 1.Fundamentals, • 501402 Excercise Modeling of Hydrosystems 1.Fundamentals, • 501403 Lecture Modeling of Hydrosystems 2.Fundamentals, • 501404 Excercise Modeling of Hydrosystems 2.Fundamentals,
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50141 Modeling of Hydrosystems (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

Modul: 55890 Optimization of Mechanical Systems

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	2.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Knowledge of the basics of optimization in engineering systems; Independent, confident, critical and creative application of optimization techniques to mechanical systems		
13. Inhalt:	Formulation of the optimization problem: optimization criteria, scalar optimization problem, multicriteria optimization Sensitivity Analysis: Numerical differentiation, semianalytical methods, automatic differentiation Unconstrained parameter optimization: theoretical basics, strategies, Quasi-Newton methods, stochastic methods Constrained parameter optimization: theoretical basics, strategies, Lagrange-Newton methods		
14. Literatur:	Lecture SlidesLecture notes Lecture materials of the ITMD. Bestle and W. Schiehlen (Eds.): Optimization of Mechanical Systems. Proceedings of the IUTAM Symposium Stuttgart, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1996 R. Haftka and Z. Gurdal: Elements of Structural Optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992 L. Harzheim: Strukturoptimierung. Frankfurt, Verlag Harry Deutsch, 2007		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	approx. 21 hours class + 42 hours class pre/post preparation + 27 hours exam preparation = 90 hours		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55891 Optimization of Mechanical Systems (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 55930 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	3.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:		Dr.-Ing. Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55931 Seminar in Mathematical Modelling (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 55940 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	[pord.modulcode]	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes Semester
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Nach Ankuendigung
8. Modulverantwortlicher:		Dr.-Ing. Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Incoming → Electives DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55941 Seminar in Mathematical Modelling (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

Modul: 50150 Stochastic Modeling and Geostatistics

2. Modulkürzel:	021430003	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Prof.Dr.-Ing. Andras Bardossy		
9. Dozenten:	Andras Bardossy		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010 → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013 → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013 → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Recommended background knowledge: Basic knowledge of statistics Prerequisite module: none		
12. Lernziele:	<p>Concepts of Geostatistics: Knowledge of the basic geostatistical concepts, difference between Kriging and simulation, advantages and disadvantages of the discussed methods, application of Kriging and simulation</p> <p>Stochastic Modeling: The participants have skills in basic statistical methods used in hydrology, like time series analysis, extreme value statistics, parameter estimation methods and statistical tests.</p>		
13. Inhalt:	<p>Concepts of Geostatistics: Geostatistical procedures for the interpolation of measured values, assessment of model parameters and planning of Measuring networks are dealt with. Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction • Statistical hypotheses: Basic concepts; Regionalized variables; Second order stationarity; Intrinsic hypothesis; Comparison of the two hypotheses; Selection of the regionalized variable • The variogram: The experimental variogram; The theoretical variogram; Variogram models; Variogram fitting; Isotropy — anisotropy • Ordinary Kriging: Point kriging; Block kriging; Properties of ordinary kr.; Kr.as an interpolator; Kr. and the variogram; Practice of kr.; Selection of the neighbourhood; Kr. with a “false” variogram; Cross validation; Kr. with uncertain data; Simple Kr. • Non stationary methods: Universal kr.; Intrinsic random functions of order k; External-Drift-Kr. • Indicator Kriging: Indicator Kriging; Applications • Kriging with arbitrary additional information: Markov-Bayes-Kriging; Simple Updating (SU) • Time dependent variables • Simulations: Basic definitions; Monte Carlo; Turning Band; Unconditional simulation; Conditional simulation; Sequential 		

Simulation; Simulation using Markov Chains; The Hastings Algorithm; Simulated annealing; Indicator Simulation; Truncated-Gaussian Simulation; Application of simulations

- Exercises

Stochastic Modeling:

The lecture part stochastic modeling is primarily concerned with the stochastic analysis of temporal and areal arrays, their generation and their use in the hydrological modeling. Calculation and analysis of hydrological data, descriptive statistic and their parameters, possibility analysis, correlation and regression, time series analysis and simulation. Content:

- Univariate Statistics and multivariate Statistics (e.g. regression analysis)
- theory of probabilities
- random variables and probability functions (e.g. Poission distribution)
- estimation of parameters (e.g. Maximum Likelihood Method)
- statistical tests (e.g. Kolmogorov-Smirnov test)
- extreme value statistics (analysis of the frequency of occurrence of floods)
- time series analysis (e.g.. ARMA Models)
- stochastic simulations (Monte-Carlo Methods)

14. Literatur:

Geostatistics:

Introduction to Geostatistics (Lecture notes, English)
 Kitanidis, P. K (1997): Introduction to geostatistics: applications to hydrogeology
 Armstrong, Margaret (1998): Basic linear geostatistics

Stochastic Modeling:

Plate, E. 1994. Statistik und angewandte Wahrscheinlichkeitslehre für Bauingenieure. Berlin.
 Bras, R. L. and Ignacio Rodriguez-Iturbe. 1993. Random Functions and Hydrology. Dover Publications, Inc. New York.
 Hipel, K. W. and McLeod. A. I. 1994. Time Series Modeling of Water Resources and Environmental Systems. Elsevier. Amsterdam.
 Chow, V.-E. 1964. Handbook of applied Hydrology. McGraw-Hill Book Company. New York.
 Maniak, U. 1997. Hydrologie und Wasserwirtschaft: Eine Einführung für Ingenieure. 4. überarb. und erw. Auflage. Springer. Berlin

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 501501 Lecture Concepts of Geostatistics
- 501502 Lecture and Excercise Stochastic Modeling

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Sum:180h

17. Prüfungsnummer/n und -name:

50151 Stochastic Modeling and Geostatistics (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0

18. Grundlage für ... :

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Modul: 12320 Technische Thermodynamik 1

2. Modulkürzel:	042100011	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof.Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich CS B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich NES B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Wahlbereich DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Eindhoven → Outgoing → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematische Grundkenntnisse in Differential- und Integralrechnung		
12. Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • beherrschen die thermodynamischen Grundbegriffe und haben die Fähigkeit, praktische Problemstellungen in den thermodynamischen Grundgrößen eigenständig zu formulieren. • sind in der Lage, Energieumwandlungen in technischen Prozessen thermodynamisch zu beurteilen. Diese Beurteilung können die Studierenden auf Grundlage einer Systemabstraktion durch die Anwendung verschiedener Werkzeuge der thermodynamischen Modellbildung wie Bilanzierungen, Zustandsgleichungen und Stoffmodellen durchführen. • sind in der Lage, die Effizienz unterschiedlicher Prozessführungen zu berechnen und den zweiten Hauptsatz für thermodynamische Prozesse eigenständig anzuwenden. • Die Studierenden sind durch das erworbene Verständnis der grundlegenden thermodynamischen Modellierung zu eigenständiger Vertiefung in weiterführende Lösungsansätze befähigt. 		
13. Inhalt:	Thermodynamik ist die allgemeine Theorie energie- und stoffumwandelnder Prozesse. Diese Veranstaltung vermittelt die Inhalte der systemanalytischen Wissenschaft Thermodynamik im Hinblick auf technische Anwendungsfelder. Im Einzelnen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlung • Prinzip der thermodynamischen Modellbildung • Prozesse und Zustandsänderungen • Thermische und kalorische Zustandsgrößen • Zustandsgleichungen und Stoffmodelle • Bilanzierung der Materie, Energie und Entropie von offenen, geschlossenen, stationären und instationären Systemen • Dissipation • Ausgewählte Modellprozesse: Reversible Prozesse, einfache Kreisprozesse, Gasturbine, Verbrennungsmotoren etc. 		

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • H.-D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag Berlin. • P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag, Berlin. • K. Lucas: Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen, Springer-Verlag Berlin. 						
<hr/>							
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> • 123201 Vorlesung Technische Thermodynamik 1 • 123202 Übung Technische Thermodynamik 1 						
<hr/>							
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Präsenzzeit:</td> <td style="text-align: right;">56 h</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h</td> </tr> <tr> <td>Gesamt:</td> <td style="text-align: right;">180 h</td> </tr> </table>	Präsenzzeit:	56 h	Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h		Gesamt:	180 h
Präsenzzeit:	56 h						
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h							
Gesamt:	180 h						
<hr/>							
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> • 12321 Technische Thermodynamik 1 (ITT) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0, Prüfungsvoraussetzung: USL-V (Details hier unten, Punkt V, Vorleistung). • V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, 						
<hr/>							
18. Grundlage für ... :							
<hr/>							
19. Medienform:	Der Veranstaltungsinhalt wird als Tafelanschrieb entwickelt, ergänzt um Präsentationsfolien und Beiblätter.						
<hr/>							
20. Angeboten von:	Institut für Technische Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik						
<hr/>							