

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Double Masters Degrees Simulation Technology**  
**Prüfungsordnung: 2013**

Wintersemester 2015/16  
Stand: 08. Oktober 2015

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

## Inhaltsverzeichnis

<b>100 Eindhoven .....</b>	<b>3</b>
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
30060 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 .....	43
42480 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens .....	44
55900 Computational Mechanics of Materials .....	46
55920 Computational Mechanics of Structures .....	48
55880 Continuum Mechanics .....	50
50090 Environmental Fluid Mechanics I .....	52
50170 Environmental Fluid Mechanics II .....	54
16150 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik .....	56
42420 High Performance Computing .....	58
51540 Implementierung Finiter Elemente .....	60
55910 Introduction to Scientific Programming .....	62
50140 Modeling of Hydrosystems .....	64
30060 Optimization of Mechanical Systems .....	66
56790 Parallele Numerik .....	68
48620 Scientific Visualization .....	70
55930 Seminar on Mathematical Modelling .....	72
55940 Seminar on Mathematical Modelling .....	73
55730 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften .....	74
50150 Stochastical Modeling and Geostatistics .....	76
12320 Technische Thermodynamik 1 .....	78
11220 Technische Thermodynamik I + II .....	80
39390 Theoretische Physik II: Quantenmechanik .....	82
11320 Thermodynamik der Gemische I .....	84
 <b>80070 Masterarbeit Simulation Technology .....</b>	 <b>86</b>

## 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. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
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:	<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"> <li>• 349101 Vorlesung Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen</li> </ul>		

- 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:

- 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:	Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirk Pflüger</li> <li>• Stefan Zimmer</li> <li>• Miriam Mehl</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Zusatzmodule</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"> <li>• Griebel, Dornseifer, Neunhoffer: Numerical simulation in fluid dynamics : a practical introduction; SIAM, 1998 / Numerische Simulation in der Strömungsmechanik; Vieweg 1995</li> <li>• Griebel, Knapek, Zumbusch, Caglar: Numerische Simulation in der Moleküldynamik : Numerik, Algorithmen, Parallelisierung, Anwendungen; Springer 2004</li> <li>• Braess: Finite Elemente : Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie; Springer, 2007</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 424601 Vorlesung Numerische Simulation</li> <li>• 424602 Übung Numerische Simulation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:	42 h	
	Selbststudiums- /	138 h	
	Nachbearbeitungszeit:		
	Summe:	180 h	

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:	Syn Schmitt		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rainer Helmig</li> <li>• Syn Schmitt</li> <li>• Oliver Röhrle</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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"</p>		

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:	30060	Optimization of Mechanical Systems
	50090	Environmental Fluid Mechanics I
	50280	Multiphase Modeling in Porous Media
	55880	Continuum Mechanics
	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. Christian Miehe		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>Introduction to discrete and continuous modeling of materials (microstructures, homogenization techniques and multi-scale approaches),</p> <p>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</p>		

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:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 559001 Vorlesung Computational Mechanics of Materials</li><li>• 559002 Übung Computational Mechanics of Materials</li></ul>
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: Univ.-Prof. Manfred Bischoff

9. Dozenten: Manfred Bischoff

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

- B.Sc. Simulation Technology  
→ Vorgezogene Master-Module
- B.Sc. Simulation Technology  
→ Vorgezogene Master-Module
- DoubleM.D. Simulation Technology  
→ Eindhoven -->Incoming -->Electives  
→
- DoubleM.D. Simulation Technology  
→ Eindhoven -->Outgoing -->Electives  
→
- M.Sc. Simulation Technology  
→ Wahlmodule
- M.Sc. Simulation Technology  
→ Zusatzmodule

11. Empfohlene Voraussetzungen:

12. Lernziele:

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.

13. Inhalt:

The module combines fundamental topics of structural mechanics and finite element theory in their respective context.

- *direct stiffness method*
- *isoparametric concept*

- *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:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 559201 Vorlesung Computational Mechanics of Structures</li><li>• 559202 Übung Computational Mechanics of Structures</li></ul>
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:		Univ.-Prof. Wolfgang Ehlers	
9. Dozenten:		Wolfgang Ehlers	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</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>P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.</p> <p>W. Ehlers [each WT, ST], Introduction to Vector- und Tensor Calculus, <a href="http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php\#begleitmaterialien">http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php\#begleitmaterialien</a>.</p> <p>M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.</p> <p>P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2.nd Edition, Springer.</p> <p>G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley &amp; Sons.</p> <p>L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 558801 Vorlesung Continuum Mechanics</li><li>• 558802 Übung Continuum Mechanics</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Time of Attendance: ca. 52 h</p> <p>Private Study: ca. 128 h</p>
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:		Apl. Prof. Holger Class	
9. Dozenten:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jürgen Braun</li> <li>• Holger Class</li> <li>• Sergey Oladyshkin</li> </ul>	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		<p>Technical Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the statics of rigid bodies</li> <li>• Introduction to elastostatics</li> <li>• Introduction to the mechanics of incompressible fluids</li> </ul> <p>Higher Mathematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partial differential equations</li> <li>• Vector analysis</li> <li>• Numerical integration</li> </ul> <p>Fundamentals of Flow Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservation equations for mass, momentum, energy</li> <li>• Navier-Stokes, Euler, Reynolds, Bernoulli equation</li> </ul>	
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</p>	

hydraulics of surface water deals with shallow water equations / Saint Venant equations, unstationary channel flow, turbulence und layered systems. Calculation methods such as the methods of characteisitics 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:	500901 Lecture and Excercise Environmental Fluid Mechanics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50091 Environmental Fluid Mechanics I (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	50170 Environmental Fluid Mechanics II
19. Medienform:	Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools.
20. Angeboten von:	Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

---

## 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:		Martin Bernreuther	
9. Dozenten:		Martin Bernreuther	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Electives → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule	
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:		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.  Topics covered are:  Variables, Conditional Execution, Loops  Functions  Object-oriented Programming  Inheritance, Virtual Functions, Abstract Base Classes  Templates, Containers  File I/O/Floating Point Numbers, Error Propagation/Analysis  Direct Solution of Linear EquationSystemInterpolationNumerical 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.	
14. Literatur:		Lecture Slides	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559101 Vorlesung Introduction to Scientific Programming</li> <li>• 559102 Übung Introduction to Scientific Programming</li> </ul>	

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: 31 h

Private Study: ca. 59 h

---

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

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 50280 Multiphase Modeling in Porous Media

2. Modulkürzel:	021420014	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. Holger Class		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Holger Class</li> <li>• Rainer Helmig</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Theory of multiphase systems in porous media:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phases / components</li> <li>• Capillary pressure</li> <li>• Relative permeability</li> </ul> <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"> <li>• Derivation of the differential equations</li> <li>• constitutive relations</li> </ul> <p>Numerical solution of the multiphase flow equation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Box method</li> <li>• Linearisation</li> <li>• Time discretisation</li> </ul> <p>Multicomponent systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamic fundamentals and non-isothermal processes</li> </ul> <p>Application examples:</p>		

- Thermal remediation techniques
  - CO<sub>2</sub> storage in geological formations
  - 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"><li>• 502801 Lecture Multiphase Modeling in Porous Media</li><li>• 502802 Exercise Multiphase Modeling in Porous Media</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Lectures: 55 h Self-study: 125 h Total: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50281 Multiphase Modeling in Porous Media (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools. Group exercises help in understanding the obtained theoretical basis. Practical computer exercises for different problems are carried out with the help of an interactive multi-media system.
20. Angeboten von:	Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

---

## Modul: 30060 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:	Univ.-Prof. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics in Applied Mechanics and Mathematics		
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>○ <b>Formulation of the optimization problem:</b> optimization criteria, scalar optimization problem, multicriteria optimization</p> <p>○ <b>Sensitivity Analysis:</b> Numerical differentiation, semianalytical methods, automatic differentiation</p> <p>○ <b>Unconstrained parameter optimization:</b> theoretical basics, strategies, Quasi-Newton methods, stochastic methods</p> <p>○ <b>Constrained parameter optimization:</b> theoretical basics, strategies, Lagrange-Newton methods</p>		
14. Literatur:	<p>○ Lecture notes</p> <p>○ Lecture materials of the ITM</p>		

O D. Bestle: Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen, Berlin: Springer, 1994  
O R. Haftka and Z. Gurdal: Elements of Structural Optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992  
O L. Harzheim: Strukturoptimierung. Frankfurt, Verlag Harry Deutsch, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	300601 Lecture Optimization of Mechanical Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30061 Optimization of Mechanical Systems (BSL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0, schriftlich 90min oder mündlich 20min
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:		Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Electives → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559301 Vorlesung on Mathematical Modelling 3 LP</li> <li>• 559302 Seminar on Mathematical Modelling 3 LP</li> </ul>		
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:		Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Electives → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559401 Vorlesung on Mathematical Modelling 6 LP</li> <li>• 559402 Seminar on Mathematical Modelling 6 LP</li> </ul>		
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:		Univ.-Prof. Rainer Helmig	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Eindhoven -->Incoming → M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss aller Pflichtveranstaltungen des Fachstudiums bis zum 3. Fachsemester		
12. Lernziele:	Die Studierenden können in dem vorgesehenen Zeitraum von 6 Monaten eine umfangreiche und komplexe Aufgabe ziel- und ergebnisorientiert eigenständig bearbeitet. 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.		
13. Inhalt:	Das Thema der Masterarbeit wird zu einem aktuellen Forschungsgebiet der Simulationstechnik gestellt. Die Aufgabenstellung wird so gewählt, dass sie eigenständige Forschung ermöglicht.  Die Masterarbeit besteht aus der schriftlichen Arbeit sowie einem Kolloquium.  Das Kolloquium beinhaltet einen 30-minütigen Vortrag über die Arbeit sowie eine anschließende nicht-öffentliche mündliche Befragung.  Die Note der schriftlichen Arbeit sowie die Note des Kolloquiums gehen in die Gesamtnote der Masterarbeit im Verhältnis 9 : 1 ein.		
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:			
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. Kunibert Gregor Siebert	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Compulsory Modules → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Compulsory Modules → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
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:	• 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:

- 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. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Pflichtmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden haben sich Kenntnisse des aktuellen Forschungsstands in einem vorgegebenen Teilgebiet der Simulationstechnik selbstständig angeeignet.</p> <p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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.</p> <p>Idealerweise ist der Studierende in die Arbeit eines Teams eingebunden.</p>		
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:	<p>Insgesamt 180 h, die sich wie folgt ergeben:</p> <p>Präsenzzeit: 0 h</p> <p>Selbststudium: 180 h</p>		
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:	Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirk Pflüger</li> <li>• Stefan Zimmer</li> <li>• Miriam Mehl</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Zusatzmodule</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"> <li>• Griebel, Dornseifer, Neunhoffer: Numerical simulation in fluid dynamics : a practical introduction; SIAM, 1998 / Numerische Simulation in der Strömungsmechanik; Vieweg 1995</li> <li>• Griebel, Knapek, Zumbusch, Caglar: Numerische Simulation in der Moleküldynamik : Numerik, Algorithmen, Parallelisierung, Anwendungen; Springer 2004</li> <li>• Braess: Finite Elemente : Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie; Springer, 2007</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 424601 Vorlesung Numerische Simulation</li> <li>• 424602 Übung Numerische Simulation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:	42 h	
	Selbststudiums- /	138 h	
	Nachbearbeitungszeit:		
	Summe:	180 h	

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:	Syn Schmitt		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rainer Helmig</li> <li>• Syn Schmitt</li> <li>• Oliver Röhrle</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 1. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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"</p>		

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:	

---

## 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:	Univ.-Prof. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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:	<p>Wird jeweils in den einzelnen Teilen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben, entsprechend der Ausrichtung der Research Area.</p>		

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. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bernard Haasdonk</li> <li>• Christian Rohde</li> <li>• Kunibert Gregor Siebert</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Compulsory Modules →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</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"> <li>• 349401 Vorlesung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen</li> <li>• 349402 Übung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen</li> </ul>		
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"> <li>• 34941 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

---

## 122 Electives

---

Zugeordnete Module:	11220	Technische Thermodynamik I + II
	11320	Thermodynamik der Gemische I
	12320	Technische Thermodynamik 1
	16150	Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik
	30060	Optimization of Mechanical Systems
	39390	Theoretische Physik II: Quantenmechanik
	42420	High Performance Computing
	42480	Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens
	48620	Scientific Visualization
	50090	Environmental Fluid Mechanics I
	50140	Modeling of Hydrosystems
	50150	Stochastical Modeling and Geostatistics
	50170	Environmental Fluid Mechanics II
	51540	Implementierung Finiter Elemente
	55730	Statistik und Optimierung für Simulationwissenschaften
	55880	Continuum Mechanics
	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
	56790	Parallele Numerik

---

## Modul: 42480 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens

2. Modulkürzel:	051240030	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dirk Pflüger</li> <li>• Stefan Zimmer</li> <li>• Miriam Mehl</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker <b>und</b></li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik <b>bzw</b> .</li> <li>• Modul 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker</li> <li>• Modul 42410 Grundlagen des wissenschaftlichen Rechnens</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer kennen ausgewählte aktuelle Forschungsthemen des wissenschaftlichen Rechnens und können mit der zugehörigen Primärliteratur arbeiten.		
13. Inhalt:	Aktuelle weiterführende Forschungsthemen des wissenschaftlichen Rechnens, wie z.B. adaptive Finite Elemente, hierarchische Basen und dünne Gitter, robuste Multilevellöser, Wavelets und schnelle Wavelettransformation, p-Version oder Spektralverfahren.		
14. Literatur:	<p>Primärliteratur zu den behandelten Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bungartz/Griebel: Sparse Grids; Acta Numerica, Volume 13, p. 147-269</li> <li>• Quarteroni/Valli: Numerical approximation of partial differential equations</li> <li>• Quarteroni: Numerical models for differential problems</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 424801 Vorlesung Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens</li><li>• 424802 Übung Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens</li></ul>								
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<table><tr><td>Präsenzzeit:</td><td>42 h</td></tr><tr><td>Selbststudiums- /</td><td>138 h</td></tr><tr><td>Nachbearbeitungszeit:</td><td></td></tr><tr><td>Summe:</td><td>180 h</td></tr></table>	Präsenzzeit:	42 h	Selbststudiums- /	138 h	Nachbearbeitungszeit:		Summe:	180 h
Präsenzzeit:	42 h								
Selbststudiums- /	138 h								
Nachbearbeitungszeit:									
Summe:	180 h								
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42481 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0								
18. Grundlage für ... :									
19. Medienform:									
20. Angeboten von:	Simulation großer Systeme								

---

## 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. Christian Miehe		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>Introduction to discrete and continuous modeling of materials (microstructures, homogenization techniques and multi-scale approaches),</p> <p>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</p>		

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:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 559001 Vorlesung Computational Mechanics of Materials</li><li>• 559002 Übung Computational Mechanics of Materials</li></ul>
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: Univ.-Prof. Manfred Bischoff

---

9. Dozenten: Manfred Bischoff

---

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:

- B.Sc. Simulation Technology  
→ Vorgezogene Master-Module
- B.Sc. Simulation Technology  
→ Vorgezogene Master-Module
- DoubleM.D. Simulation Technology  
→ Eindhoven -->Incoming -->Electives  
→
- DoubleM.D. Simulation Technology  
→ Eindhoven -->Outgoing -->Electives  
→
- M.Sc. Simulation Technology  
→ Wahlmodule
- M.Sc. Simulation Technology  
→ Zusatzmodule

---

11. Empfohlene Voraussetzungen:

---

12. Lernziele:

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.

---

13. Inhalt:

The module combines fundamental topics of structural mechanics and finite element theory in their respective context.

- *direct stiffness method*
- *isoparametric concept*

- *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:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 559201 Vorlesung Computational Mechanics of Structures</li><li>• 559202 Übung Computational Mechanics of Structures</li></ul>
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:		Univ.-Prof. Wolfgang Ehlers	
9. Dozenten:		Wolfgang Ehlers	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</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>P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.</p> <p>W. Ehlers [each WT, ST], Introduction to Vector- und Tensor Calculus, <a href="http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php\#begleitmaterialien">http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php\#begleitmaterialien</a>.</p> <p>M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.</p> <p>P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2.nd Edition, Springer.</p> <p>G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley &amp; Sons.</p> <p>L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 558801 Vorlesung Continuum Mechanics</li><li>• 558802 Übung Continuum Mechanics</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Time of Attendance: ca. 52 h</p> <p>Private Study: ca. 128 h</p>
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:	Apl. Prof. Holger Class		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jürgen Braun</li> <li>• Holger Class</li> <li>• Sergey Oladyshkin</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Technical Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the statics of rigid bodies</li> <li>• Introduction to elastostatics</li> <li>• Introduction to the mechanics of incompressible fluids</li> </ul> <p>Higher Mathematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partial differential equations</li> <li>• Vector analysis</li> <li>• Numerical integration</li> </ul> <p>Fundamentals of Flow Mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservation equations for mass, momentum, energy</li> <li>• Navier-Stokes, Euler, Reynolds, Bernoulli equation</li> </ul>		
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</p>		

hydraulics of surface water deals with shallow water equations / Saint Venant equations, unstationary channel flow, turbulence und layered systems. Calculation methods such as the methods of characteisitics 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:	500901 Lecture and Excercise Environmental Fluid Mechanics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50091 Environmental Fluid Mechanics I (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	50170 Environmental Fluid Mechanics II
19. Medienform:	Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools.
20. Angeboten von:	Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

---

## 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:	Univ.-Prof. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rainer Helmig</li> <li>• Wolfgang Nowak</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</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:	501701 Lecture and Excercise 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: Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools. Process understanding will be improved using movies and experiments. Small exercises will help to to deepen the knowledge.

---

20. Angeboten von: Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

---

## 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. Christian Miehe		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>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 HMII)</p>		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik als Basis für die phänomenologische, makroskopische Beschreibung ingenieurtechnischer Prozesse von Festkörpern und Fluiden bei endlichen (finiter) 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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensoralgebra und -analysis auf Mannigfaltigkeiten</li> <li>• Differentialgeometrie endlicher (finiter) Deformationen</li> <li>• Bilanzprinzipie der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik</li> <li>• Phänomenologische Materialtheorie endlicher Verzerrungen</li> </ul>		

- Eindeutigkeit von Randwertproblemen und Stabilitätstheorie
- 

14. Literatur:

Vollständiger Tafelanschrieb, Material für die Übungen wird in den Übungen ausgeteilt.

- 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:

- 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:

- 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: 42420 High Performance Computing

2. Modulkürzel:	051240040	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Martin Bernreuther</li> <li>• Dirk Pflüger</li> <li>• Miriam Mehl</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker <b>und</b></li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik <b>bzw</b> .</li> <li>• Modul 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit, parallele Algorithmen auf unterschiedlichen parallelen Plattformen mit Hilfe geeigneter algorithmischer Modelle zu bewerten.</li> <li>• Kenntnis verschiedener Programmiermodelle für Parallelrechner mit verteiltem und gemeinsamem Speicher.</li> <li>• Fähigkeit, auch fortgeschrittene Implementierungsaufgaben aus dem Bereich des Höchstleistungsrechnens auf Basis ausgewählter Programmiermodelle zu bewältigen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen paralleler Programmierung und paralleler Algorithmen speziell im Hinblick auf die Anwendungsbereiche Wissenschaftliches Rechnen und High Performance Computing.</p> <p>Verwandte Fragestellungen aus dem Bereich der Theorie (parallele Modelle und parallele Komplexität, etc.) sowie aus der Rechnertechnik (parallele Architekturen) werden begleitend diskutiert.</p>		

Nach einer allgemeinen Einführung (Klassifizierung von Parallelrechnern, Ebenen von Parallelität, Performance und Architekturen, etc.), werden die Grundlagen paralleler Programme eingeführt (Notation/Syntax, Synchronisation und Kommunikation, Design paralleler Programme, etc.). Sowohl die Programmierung auf Systemen mit gemeinsamem Speicher als auch auf Systemen mit verteiltem Speicher werden besprochen. Dabei wird jeweils mindestens ein geeignetes Programmiermodell (z.B. OpenMP, MPI, CUDA) vertieft behandelt. Aus dem Bereich des High Performance Computing werden begleitend klassische Algorithmen und Implementierungstechniken als Beispiele behandelt, z.B. parallele Algorithmen aus der linearen Algebra (Matrixmultiplikation, etc. oder einfache Verfahren zur Lösung partieller Differentialgleichungen). Zusätzlich können Themen wie Lastverteilung und Lastbalancierung (Grundlagen, Algorithmen zur Partitionierung und Lastbalancierung, etc.) vorgestellt werden.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Rauber, G. Rüniger: „Parallele Programmierung“, 2. Aufl., Springer 2007; (in English: T. Rauber, G. Rüniger: „Parallel Programming: for Multicore and Cluster Systems“, Springer 2010)</li> <li>• K.A. Berman, J.L. Paul: "Sequential and Parallel Algorithms", PWS Publishing Company, 1997</li> <li>• B. Chapman, G. Jost, R. van der Pas: "Using OpenMP - Portable Shared Memory Parallel Programming", MIT Press, 2008</li> <li>• W. Gropp, E. Lusk, und R. Thakur: "Using MPI-2: Advanced Features of the Message-Passing Interface", das Buch ist auch in deutscher Übersetzung erhältlich.</li> <li>• D. Kirk, W.-M. Hwu Programming Massively Parallel Processors</li> </ul>								
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 424201 Vorlesung High Performance Computing</li> <li>• 424202 Übung High Performance Computing</li> </ul>								
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Präsenzzeit:</td> <td style="text-align: right;">42 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Selbststudiums- /</td> <td style="text-align: right;">138 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Nachbearbeitungszeit:</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">Summe:</td> <td style="text-align: right;">180 h</td> </tr> </table>	Präsenzzeit:	42 h	Selbststudiums- /	138 h	Nachbearbeitungszeit:		Summe:	180 h
Präsenzzeit:	42 h								
Selbststudiums- /	138 h								
Nachbearbeitungszeit:									
Summe:	180 h								
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42421 High Performance Computing (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1.0								
18. Grundlage für ... :									
19. Medienform:									
20. Angeboten von:	Simulation großer Systeme								

---

## Modul: 51540 Implementierung Finiter Elemente

2. Modulkürzel:	080803884	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	unregelmäßig
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Claus-Justus Heine		
9. Dozenten:	Claus-Justus Heine		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: „Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen“ oder „Partielle Differentialgleichungen (Modellierung, Analysis, Simulation)“		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit gebräuchlichen Finite-Elemente ToolboxenPraktische Umsetzung von Finite-Elemente</li> <li>• Methoden am ComputerValidierung der Implementierung anhand der theoretischen</li> <li>• VorhersagenDarstellung und Visualisierung von Simulationsergebnissen</li> </ul>		
13. Inhalt:	Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Diskretisierung partieller Differentialgleichungen mit adaptiven Finite-Elemente Verfahren praktisch am Computer umzusetzen. Die Umsetzung am Computer erfolgt im Rahmen einer gebräuchlichen Finite Elemente Toolbox (z.B. DUNE). Teil der praktischen Umsetzung ist die experimentelle Validierung der numerischen Verfahren und die Visualisierung der Simulationsergebnisse. Die numerischen Verfahren bauen auf den theoretischen Kenntnissen auf, die zum Beispiel in einer der beiden empfohlenen vorangehenden Vorlesungen erworben werden können.		
14. Literatur:	Schmidt, A. & Siebert, K. G.: Design of adaptive finite element software Springer, 2005, 42, XII.  Braess, D.: Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie, Springer Spektrum, 2013, XVI.  Brenner, S. C.; Scott, L. R.: The mathematical theory of finite element methods, Springer, 2010, XVII.  Weitere Titel nach Bekanntgabe in der Vorlesung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	515401 Vorlesung und Übung Implementierung Finiter Elemente		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h  Selbststudium/Nacharbeitszeit: 118h		

Projektvorstellung mit Vorbereitung: 20h

**Gesamt: 180h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51541 Implementierung Finiter Elemente (BSL), schriftliche Prüfung,  
Gewichtung: 1.0

---

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:	Martin Bernreuther		
9. Dozenten:	Martin Bernreuther		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
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 EquationSystemInterpolationNumerical 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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559101 Vorlesung Introduction to Scientific Programming</li> <li>• 559102 Übung Introduction to Scientific Programming</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Time of Attendance: 31 h

Private Study: ca. 59 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55911 Introduction to Scientific Programming (BSL), 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:	Univ.-Prof. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rainer Helmig</li> <li>• Bernd Flemisch</li> <li>• Nicolas Schwenck</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Recommended background knowledge: Higher Mathematics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partial differential equations</li> <li>• Numerical integration</li> </ul> <p>Fundamentals of fluid mechanics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservation equations for mass, momentum, energy</li> <li>• Mathematical descr</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Students can select suitable numerical methods for solving problems from fluid mechanics and have basic knowledge of implementing a numerical model in C.</p>		
13. Inhalt:	<p>Discretisation methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the common methods (finite differences, finite elements, finite volume) and the differences between them</li> <li>• Advantages and disadvantages and of the methods and thus of their applicability</li> <li>• Derivation of the various methods</li> <li>• Use and choice of the correct boundary conditions for the various methods</li> </ul> <p>Time discretisation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge of the various possibilities</li> <li>• Assessment of stability, computational effort, precision</li> <li>• Courant number, CFL criterion</li> </ul> <p>Transport equation:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Various discretisation possibilities</li> </ul>		

- Physical background
- Stability criteria of the methods (Peclet number)

Clarification of concepts: model, simulation

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"> <li>• 501401 Lecture and Exercise Modeling of Hydrosystems 1, Fundamentals</li> <li>• 501403 Lecture and Exercise Modeling of Hydrosystems 2, Applications</li> </ul>
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:	Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools. Group exercises help in understanding the obtained theoretical basis.
20. Angeboten von:	Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung

---

## Modul: 30060 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:	Univ.-Prof. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Incoming --&gt;Electives →</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics in Applied Mechanics and Mathematics		
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>○ <b>Formulation of the optimization problem:</b> optimization criteria, scalar optimization problem, multicriteria optimization</p> <p>○ <b>Sensitivity Analysis:</b> Numerical differentiation, semianalytical methods, automatic differentiation</p> <p>○ <b>Unconstrained parameter optimization:</b> theoretical basics, strategies, Quasi-Newton methods, stochastic methods</p> <p>○ <b>Constrained parameter optimization:</b> theoretical basics, strategies, Lagrange-Newton methods</p>		
14. Literatur:	<p>○ Lecture notes</p> <p>○ Lecture materials of the ITM</p>		

O D. Bestle: Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen, Berlin: Springer, 1994  
O R. Haftka and Z. Gurdal: Elements of Structural Optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992  
O L. Harzheim: Strukturoptimierung. Frankfurt, Verlag Harry Deutsch, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	300601 Lecture Optimization of Mechanical Systems
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30061 Optimization of Mechanical Systems (BSL), schriftlich oder mündlich, Gewichtung: 1.0, schriftlich 90min oder mündlich 20min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	

---

## Modul: 56790 Parallele Numerik

2. Modulkürzel:	051240080	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Miriam Mehl		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Miriam Mehl</li> <li>• Dirk Pflüger</li> <li>• Stefan Zimmer</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 6. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 6. Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 6. Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 6. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 2. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker <b>oder</b></li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten kennen die wesentlichen parallelisierbaren Algorithmen für zentrale numerische Problemstellungen. Sie erkennen Parallelisierungshindernisse in bekannten und neuen numerischen Algorithmen, können die zu erwartende Skalierbarkeit abschätzen und sind in der Lage, Algorithmen so zu modifizieren, dass die parallele Effizienz erhöht wird ohne wichtige numerische Eigenschaften wie Stabilität und Komplexität zu verlieren.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• parallele Matrix- und Vektoroperationen</li> <li>• parallele Fouriertransformation</li> <li>• parallele QR Zerlegung und Least Squares Probleme</li> <li>• parallele iterative Gleichungssystemlöser</li> <li>• parallele Eigenwert- und Eigenvektorberechnung</li> <li>• parallele Zeitschrittverfahren</li> <li>• parallele Algorithmen für Teilchenwechselwirkungen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to High Performance Scientific Computing (Eijkhout, Chow, van de Geijn) (download at <a href="http://www.lulu.com/shop/victor-eijkhout/introduction-to-high-performance-scientific-computing/paperback/product-21431780.html;jsessionid=CF30CC0B65B0F349BFBD206D406F8">http://www.lulu.com/shop/victor-eijkhout/introduction-to-high-performance-scientific-computing/paperback/product-21431780.html;jsessionid=CF30CC0B65B0F349BFBD206D406F8</a>)</li> <li>• Numerical Linear Algebra for High-Performance Computers (Dongarra, Duff, Sorensen, van der Vorst)</li> <li>• Parallel Algorithms for Matrix Computations (Gallivan, Heath, Ng, Ortega,...)</li> </ul>		

- A User's Guide to MPI (Pacheco)
- Iterative Methods for Sparse Linear Systems (Saad)
- Lösung linearer Gleichungssysteme auf Parallelrechnern (Frommer)
- M. Griebel, S. Knapek, G. Zumbusch, and A. Caglar. Numerische Simulation in der Molekulardynamik. Springer, 2004.
- D. Frenkel and B. Smith. Understanding Molecular Simulation from Algorithms to Applications. Academic Press (2nd ed.), 2002.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 567901 Vorlesung Parallele Numerik
- 567902 Übung Parallele Numerik

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit:	42 h
Selbststudiums- /	138 h
Nachbearbeitungszeit:	
Summe:	180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

56791 Parallele Numerik (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min.,  
Gewichtung: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

---

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	4.0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomas Ertl</li> <li>• Filip Sadlo</li> <li>• Daniel Weiskopf</li> </ul>		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate "simple" representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> </ul>		

• 486202 Exercise Scientific Visualization

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit:	42 h
	Selbststudiums- /	138 h
	Nachbearbeitungszeit:	
	Summe:	180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 48621 Scientific Visualization (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1.0
	• V Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:	Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme
--------------------	---

---

## 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:		Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Electives → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559301 Vorlesung on Mathematical Modelling 3 LP</li> <li>• 559302 Seminar on Mathematical Modelling 3 LP</li> </ul>		
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:		Maren Paul	
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Incoming -->Electives → DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559401 Vorlesung on Mathematical Modelling 6 LP</li> <li>• 559402 Seminar on Mathematical Modelling 6 LP</li> </ul>		
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: 55730 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften

2. Modulkürzel:	021421001	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	6.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, SoSe
4. SWS:	3.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Wolfgang Nowak		
9. Dozenten:	Wolfgang Nowak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 4. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 4. Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 4. Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 4. Semester → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Fachstudium --&gt;Kernbereich →</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden können aus verschiedenen Klassen von Optimierungsmethoden zielgerecht auswählen und damit Modelle kalibrieren und Systeme optimieren. Sie können zwischen gut und schlecht gestellten Problemen unterscheiden und angebrachte Regularisierungstechniken anwenden. Sie kennen die Konzepte von Zufallsvariablen, Wahrscheinlichkeit, Unsicherheit und Risiko. Sie beherrschen die dafür notwendigen statistischen Maße und Werkzeuge, und können die Unsicherheit von Modellen und Simulationen vor und nach Kalibrierung quantifizieren.</p>		
13. Inhalt:	<p>Inhalte im Bereich Statistik: deskriptive Statistik, Zufallsvariablen, Verteilungen, Wahrscheinlichkeitsrechnung, Erwartungswerte und statistische Momente, parametrische Verteilungen, Regression, Grundlagen für Konfidenzintervalle und Hypothesentests.</p> <p>Inhalte im Bereich Optimierung: Formulierung von Zielwertfunktionen, Eigenschaften von Optimierungsproblemen, Gradientenbasierte Methoden, globale und heuristische Methoden der Optimierung, robuste Optimierung, Multi-Objective Optimierung.</p>		

Inhalte im Bereich Simulation: lineare Fehlerfortpflanzung, Monte-Carlo-Simulation, konditionelle Verteilungen und Bayes Theorem, Modellkalibrierung und Parameterschätzung, Visualisierung von Unsicherheit.

---

14. Literatur:	Vorlesungsskript und Tafelaufschrieb, außerdem: <ul style="list-style-type: none"><li>• E. Cramer und U. Kamps, 2008: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Springer Verlag, Berlin.</li><li>• F. Jarre und J. Stoer. 2003: Optimierung. Springer Verlag, Berlin.</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	557301 Vorlesung mit Übung Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudium: 138 h Insgesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55731 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Stochastische Simulation und Sicherheitsforschung für Hydrosysteme

---

## 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:	Univ.-Prof. Andras Bardossy		
9. Dozenten:	Andras Bardossy		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology → Vorgezogene Master-Module</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Recommended background knowledge: Basic knowledge of statistics Prerequisite module: none</p>		
12. Lernziele:	<p><b>Concepts of Geostatistics:</b> 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><b>Stochastic Modeling:</b> 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><b>Concepts of Geostatistics:</b> 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"> <li>• Introduction</li> <li>• Statistical hypotheses: Basic concepts; Regionalized variables; Second order stationarity; Intrinsic hypothesis; Comparison of the two hypotheses; Selection of the regionalized variable</li> <li>• The variogram: The experimental variogram; The theoretical variogram; Variogram models; Variogram fitting; Isotropy — anisotropy</li> <li>• 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.</li> <li>• Non stationary methods: Universal kr.;Intrinsic random functions of order k; External-Drift-Kr.</li> <li>• Indicator Kriging: Indicator Kriging; Applications</li> <li>• Kriging with arbitrary additional information: Markov-Bayes-Kriging; Simple Updating (SU)</li> <li>• Time dependent variables</li> </ul>		

- 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. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematische Grundkenntnisse in Differential- und Integralrechnung		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die thermodynamischen Grundbegriffe und haben die Fähigkeit, praktische Problemstellungen in den thermodynamischen Grundgrößen eigenständig zu formulieren.</li> <li>• 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.</li> <li>• sind in der Lage, die Effizienz unterschiedlicher Prozessführungen zu berechnen und den zweiten Hauptsatz für thermodynamische Prozesse eigenständig anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind durch das erworbene Verständnis der grundlegenden thermodynamischen Modellierung zu eigenständiger Vertiefung in weiterführende Lösungsansätze befähigt.</li> </ul>		
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:		

- 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"> <li>• H.-D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag Berlin.</li> <li>• P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag, Berlin.</li> <li>• K. Lucas: Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen, Springer-Verlag Berlin.</li> </ul>						
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 123201 Vorlesung Technische Thermodynamik 1</li> <li>• 123202 Übung Technische Thermodynamik 1</li> </ul>						
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" style="padding-top: 10px;">Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-top: 10px;">Gesamt:</td> <td style="text-align: right; padding-top: 10px;">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						
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 12321 Technische Thermodynamik 1 (ITT) (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewichtung: 1.0, Prüfungsvoraussetzung: USL-V (Details hier unten, Punkt V, Vorleistung).</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich,</li> </ul>						
18. Grundlage für ... :							
19. Medienform:	Der Veranstaltungsinhalt wird als Tafelanschrieb entwickelt, ergänzt um Präsentationsfolien und Beiblätter.						
20. Angeboten von:	Institut für Technische Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik						

---

## Modul: 11220 Technische Thermodynamik I + II

2. Modulkürzel:	042100010	5. Moduldauer:	2 Semester
3. Leistungspunkte:	12.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	8.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematische Grundkenntnisse in Differential- und Integralrechnung		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die thermodynamischen Grundbegriffe und haben die Fähigkeit, praktische Problemstellungen in den thermodynamischen Grundgrößen eigenständig zu formulieren.</li> <li>• 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.</li> <li>• sind in der Lage, die Effizienz unterschiedlicher Prozessführungen zu berechnen und den zweiten Hauptsatz für thermodynamische Prozesse eigenständig anzuwenden.</li> <li>• können Berechnungen zur Beschreibung der Lage von Phasen- und Reaktionsgleichgewichten durchführen und verstehen die Bedeutung energetischer und entropischer Einflüsse auf diese Gleichgewichtslagen.</li> </ul>		

- Die Studierenden sind durch das erworbene Verständnis der grundlegenden thermodynamischen Modellierung zu eigenständiger Vertiefung in weiterführende Lösungsansätze befähigt.

13. Inhalt:	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlung</li> <li>• Prinzip der thermodynamischen Modellbildung</li> <li>• Prozesse und Zustandsänderungen</li> <li>• Thermische und kalorische Zustandsgrößen</li> <li>• Zustandsgleichungen und Stoffmodelle</li> <li>• Bilanzierung der Materie, Energie und Entropie von offenen, geschlossenen, stationären und instationären Systemen</li> <li>• Energiequalität, Dissipation und Exergiekonzept</li> <li>• Ausgewählte Modelprozesse: Kreisprozesse, Reversible Prozesse, Dampfkraftwerk, Gasturbine, Kombi-Kraftwerke, Verbrennungsmotoren etc.</li> <li>• Gemische und Stoffmodelle für Gemische: Verdampfung und Kondensation, Verdunstung und Absorption</li> <li>• Phasengleichgewichte und chemisches Potenzial</li> <li>• Bilanzierung bei chemischen Zustandsänderungen</li> </ul>						
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H.-D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag Berlin.</li> <li>• P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag, Berlin.</li> <li>• K. Lucas: Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen, Springer-Verlag Berlin.</li> </ul>						
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 112201 Vorlesung Technische Thermodynamik I</li> <li>• 112202 Übung Technische Thermodynamik I</li> <li>• 112203 Vorlesung Technische Thermodynamik II</li> <li>• 112204 Übung Technische Thermodynamik II</li> </ul>						
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<table border="0"> <tr> <td>Präsenzzeit:</td> <td>112 Stunden</td> </tr> <tr> <td>Selbststudium:</td> <td>248 Stunden</td> </tr> <tr> <td><b>Summe:</b></td> <td><b>360 Stunden</b></td> </tr> </table>	Präsenzzeit:	112 Stunden	Selbststudium:	248 Stunden	<b>Summe:</b>	<b>360 Stunden</b>
Präsenzzeit:	112 Stunden						
Selbststudium:	248 Stunden						
<b>Summe:</b>	<b>360 Stunden</b>						
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11221 Technische Thermodynamik I + II (ITT) (PL), schriftliche Prüfung, 180 Min., Gewichtung: 1.0, Prüfungsvorleistung: Zwei bestandene Zulassungsklausuren</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>						
18. Grundlage für ... :							
19. Medienform:	<p>Der Veranstaltungsinhalt wird als Tafelanschrieb entwickelt, ergänzt um Präsentationsfolien und Beiblätter.</p>						
20. Angeboten von:	<p>Institut für Technische Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik</p>						

## Modul: 39390 Theoretische Physik II: Quantenmechanik

2. Modulkürzel:	082210002	5. Moduldauer:	1 Semester
3. Leistungspunkte:	9.0 LP	6. Turnus:	jedes 2. Semester, WiSe
4. SWS:	6.0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Günter Wunner		
9. Dozenten:	Siegfried Dietrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich CS</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Wahlbereich NES</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Vorgezogene Master-Module</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Wahlbereich</p> <p>B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven --&gt;Outgoing --&gt;Electives →</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Module: Mathematische Methoden der Physik, Höhere Mathematik I + II bzw. Analysis I, II und Algebra I, II		
12. Lernziele:	Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Begriffe der Quantenmechanik		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Wellenmechanik</li> <li>* Mathematisches Schema der Quantenmechanik</li> <li>* Die Prinzipien der Quantenmechanik</li> <li>* Der Drehimpuls</li> <li>* Teilchen im Zentralpotential</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>* G. Baym, "Lectures on Quantum Mechanics" (Benjamin, Reading, 1976)</li> <li>* E. Fick, "Einführung in die Grundlagen der Quantentheorie" (Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt a.M., 1972)</li> <li>* S. Flügge, "Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. IV: Quantentheorie I" (Springer, Berlin, 1964)</li> <li>* L.D. Landau und E.M. Lifschitz, "Lehrbuch der Theoretischen Physik, Bd. III: Quantenmechanik"</li> </ul>		

(Akademie-Verlag, Berlin, 1974)

\* A. Messiah, "Quantum Mechanics, Vols. I, II"

(North-Holland, Amsterdam, 1974)

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 393901 Vorlesung Theoretische Physik II: Quantenmechanik</li><li>• 393902 Übung Theoretische Physik II: Quantenmechanik</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	270 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich und mündlich, Übungsaufgaben mit Tafelvortrag + 120-minütige unbenotete Scheinklausur</li><li>• 39392 Theoretische Physik II: Quantenmechanik (PL), schriftliche Prüfung, 180 Min., Gewichtung: 1.0</li></ul>
18. Grundlage für ... :	<ul style="list-style-type: none"><li>• 39400 Theoretische Physik III: Elektrodynamik</li><li>• 39410 Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik</li></ul>
19. Medienform:	Tafelanschrieb
20. Angeboten von:	

---

## Modul: 11320 Thermodynamik der Gemische I

2. Modulkürzel:	042100001	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. Joachim Groß	
9. Dozenten:		Joachim Groß	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Wahlbereich CS B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Wahlbereich NES B.Sc. Simulation Technology, PO 2010, . Semester → Zusatzmodule B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Vorgezogene Master-Module B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlbereich B.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule DoubleM.D. Simulation Technology → Eindhoven -->Outgoing -->Electives → M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, . Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhaltlich: Thermodynamik I / II Formal: keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen ein eingehendes Verständnis der Phänomenologie der Phasengleichgewichte von Mischungen und verstehen, wie diese mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen modelliert werden.</li> <li>• sind in der Lage die Grundlagen von nichtidealem Verhalten realer, fluider Gemische zu erkennen und deren Einflüsse auf thermodynamische Größen zu identifizieren und zu interpretieren.</li> <li>• kennen und verstehen die Besonderheiten der thermodynamischen Betrachtung von Gemischen mehrerer Komponenten und können damit verbundene Konsequenzen für technische Auslegung von thermischen Trenneinrichtungen identifizieren.</li> <li>• können eine geeignete Berechnungsmethode zur Beschreibung der Lage von Phasen- und Reaktionsgleichgewichten auswählen und diese Berechnungen durchführen.</li> <li>• sind durch das erworbene Verständnis der grundlegenden Modellierung thermodynamischer Nichtidealitäten zu eigenständiger Vertiefung in weiterführende Lösungsansätze befähigt.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen: Einstufige thermische Trennprozesse, Gleichgewicht, partielle molare Zustandsgrößen</li> </ul>		

- Thermische und kalorische Eigenschaften von Mischungen: Exzessvolumen, Exzessenthalpie, Thermische Zustandsgleichungen
- Phasengleichgewichte (Phänomenologie): Phasendiagramme, Zweiphasen- und Mehrphasengleichgewichte, Azeotropie, Heteroazeotropie, Hochdruckphasengleichgewichte
- Phasengleichgewichte (Berechnung): Fundamentalgleichung, Legendre-Transformation, Gibbssche Energie, Fugazität, Fugazitätskoeffizient, Aktivität, Aktivitätskoeffizient, GE-Modelle, Dampf-Flüssigkeits Gleichgewicht (Raoult'sches Gesetz), Gaslöslichkeit (Henry'sches Gesetz), Flüssig-Flüssig-, Fest-Flüssig-, Hochdruckgleichgewichte, Stabilität von Mischungen
- Reaktionsgleichgewichte für unterschiedliche Referenzzustände, Standardbildungsenergien und Temperaturverhalten

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Gmehling, B. Kolbe, Thermodynamik, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim</li> <li>• Smith, J.M., Van Ness, H. C., Abbott, M. M., Introduction to Chemical Thermodynamics (Int. Edition), McGraw-Hill</li> <li>• J.W. Tester, M. Modell, Thermodynamics and its applications, Prentice-Hall, Englewoods Cliffs-S.M. Walas, Phase Equilibria in Chemical Engineering, Butterworth</li> <li>• A. Pfennig, Thermodynamik der Gemische, Springer-Verlag, Berlin</li> <li>• B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell, The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill, New York</li> </ul>						
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 113201 Vorlesung Thermodynamik der Gemische</li> <li>• 113202 Übung Thermodynamik der Gemische</li> </ul>						
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 style="padding-right: 20px;">Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit:</td> <td style="text-align: right;">124 h</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">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						
17. Prüfungsnummer/n und -name:	11321 Thermodynamik der Gemische (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewichtung: 1.0						
18. Grundlage für ... :	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15890 Thermische Verfahrenstechnik II</li> <li>• 15900 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Diffusion und Stofftransport</li> </ul>						
19. Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb; ergänzend werden Beiblätter ausgegeben.						
20. Angeboten von:	Institut für Technische Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik						

---

## 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:	Univ.-Prof. Rainer Helmig		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	DoubleM.D. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester → Eindhoven -->Incoming → M.Sc. Simulation Technology, PO 2013, 4. Semester		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss aller Pflichtveranstaltungen des Fachstudiums bis zum 3. Fachsemester		
12. Lernziele:	Die Studierenden können in dem vorgesehenen Zeitraum von 6 Monaten eine umfangreiche und komplexe Aufgabe ziel- und ergebnisorientiert eigenständig bearbeitet. 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.		
13. Inhalt:	Das Thema der Masterarbeit wird zu einem aktuellen Forschungsgebiet der Simulationstechnik gestellt. Die Aufgabenstellung wird so gewählt, dass sie eigenständige Forschung ermöglicht.  Die Masterarbeit besteht aus der schriftlichen Arbeit sowie einem Kolloquium.  Das Kolloquium beinhaltet einen 30-minütigen Vortrag über die Arbeit sowie eine anschließende nicht-öffentliche mündliche Befragung.  Die Note der schriftlichen Arbeit sowie die Note des Kolloquiums gehen in die Gesamtnote der Masterarbeit im Verhältnis 9 : 1 ein.		
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:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			