

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Master of Science Simulation Technology**  
Prüfungsordnung: 972-2016

Sommersemester 2018  
Stand: 09. April 2018

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

## Kontaktpersonen:

---

Studiendekan/in:	Univ.-Prof. Rainer Helmig Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung E-Mail: rainer.helmig@iws.uni-stuttgart.de
Studiengangsmanager/in:	Dr.-Ing. Maren Paul Stuttgarter Zentrum für Simulationswissenschaften (SC SimTech) Tel.: 685-69169 E-Mail: maren.paul@simtech.uni-stuttgart.de
Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Univ.-Prof. Christian Rohde Institut für Angewandte Analysis und numerische Simulation E-Mail: christian.rohde@mathematik.uni-stuttgart.de
Fachstudienberater/in:	Dr.-Ing. Maren Paul Stuttgarter Zentrum für Simulationswissenschaften (SC SimTech) Tel.: 685-69169 E-Mail: maren.paul@simtech.uni-stuttgart.de
Stundenplanverantwortliche/r:	Dr.-Ing. Maren Paul Stuttgarter Zentrum für Simulationswissenschaften (SC SimTech) Tel.: 685-69169 E-Mail: maren.paul@simtech.uni-stuttgart.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>Qualifikationsziele .....</b>	<b>8</b>
<b>100 Pflichtmodule .....</b>	<b>9</b>
24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A .....	10
24890 Simulationstechnik für Master-Studierende B .....	12
24910 Forschungsmodul 1 .....	14
24920 Forschungsmodul 2 .....	15
42460 Numerische Simulation .....	16
46870 SimTech-Seminar (MSc) .....	18
<b>200 Wahlmodule .....</b>	<b>19</b>
10030 Architektur von Anwendungssystemen .....	24
10040 Bildsynthese .....	26
10080 Datenbanken und Informationssysteme .....	28
10110 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz .....	30
10120 Modellbildung und Simulation .....	32
10250 Parallele Systeme .....	34
10660 Fluidmechanik I .....	35
10800 Finite Elemente für Tragwerksberechnungen .....	37
10870 Hydrologie .....	39
10910 Biologie und Chemie für Bauingenieure .....	41
10970 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure .....	43
11220 Technische Thermodynamik I + II .....	44
11320 Thermodynamik der Gemische I .....	46
11820 Numerische Mathematik 1 .....	48
11830 Wahrscheinlichkeitstheorie .....	49
11980 Biophysikalische Chemie I .....	50
12010 Bioinformatik und Biostatistik I .....	51
12030 Systemdynamik .....	53
12040 Einführung in die Regelungstechnik .....	54
12130 Strömungslehre I .....	56
12250 Numerische Methoden der Dynamik .....	58
12260 Mehrgrößenregelung .....	60
12320 Technische Thermodynamik I .....	62
13570 Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme .....	64
13590 Kraftfahrzeuge I + II .....	66
13780 Regelungs- und Steuerungstechnik .....	67
14010 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung .....	69
14130 Kraftfahrzeugmechatronik I + II .....	71
14150 Leichtbau .....	73
14180 Numerische Strömungssimulation .....	74
14710 Funktionalanalysis .....	76
14740 Partielle Differentialgleichungen (Modellierung, Analysis, Simulation) .....	78
14750 Einführung in die Optimierung .....	80
14760 Finite Elemente .....	81
14780 Stochastische Prozesse .....	82
14800 Finanzmathematik 1 .....	83
14980 Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen .....	84
15020 Numerische Methoden in der Fluidmechanik .....	86
15040 Mehrphasenmodellierung in porösen Medien .....	88
15670 Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik .....	90
15830 Höhere Mechanik I: Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie .....	92
15840 Höhere Mechanik II: Numerische Methoden der Mechanik .....	94

16100 Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity .....	96
16110 Elemente der nichtlinearen Kontinuumsmechanik .....	98
16120 Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien .....	100
16140 Continuum Biomechanics .....	103
16150 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsmechanik .....	105
16180 Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie .....	107
16260 Maschinendynamik .....	109
16500 Software Engineering .....	111
16720 Dynamik biologischer Systeme .....	112
18610 Konzepte der Regelungstechnik .....	113
18620 Optimal Control .....	115
18630 Robust Control .....	116
18640 Nonlinear Control .....	117
210 Wahlmodule aus BSc Simulation Technology .....	118
10840 Fluidmechanik II .....	119
38240 Simulation Methods in Physics for SimTech II .....	121
21340 Strömungslehre II .....	123
21360 Wärmeübertragung / Wärmestrahlung .....	125
21820 Statistical and Adaptive Signal Processing .....	127
22190 Detection and Pattern Recognition .....	129
24930 Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke .....	131
24940 Statistik und Optimierung .....	134
25170 Schalen .....	136
25530 Wahrscheinlichkeit und Statistik .....	137
26410 Molekularsimulation .....	138
28440 Astrophysik .....	140
28620 Stochastic Dynamics I + II .....	142
28650 Relativitätstheorie .....	144
29410 Diskrete Optimierung .....	146
29430 Computer Vision .....	147
29440 Geometric Modeling and Computer Animation .....	149
29450 Graphentheorie .....	151
29460 Algorithmen für die Kryptographie .....	153
29470 Machine Learning .....	154
29580 Data Compression .....	156
29660 Programmanalysen und Compilerbau .....	157
29680 Real-Time Programming .....	159
29760 Algorithmische Gruppentheorie .....	161
29900 Dynamik verteiltparametrischer Systeme .....	163
29940 Convex Optimization .....	165
29990 Grundlagen der Laserstrahlquellen .....	166
30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik .....	167
30020 Biomechanik .....	169
30030 Fahrzeugdynamik .....	170
30040 Flexible Mehrkörpersysteme .....	171
30060 Optimization of Mechanical Systems .....	173
30080 Introduction to Systems Biology .....	175
30100 Nichtlineare Dynamik .....	176
31650 Beugungsuntersuchungen in der Materialwissenschaft .....	177
31690 Experimentelle Modalanalyse .....	179
31720 Model Predictive Control .....	180
32170 Numerik für Höchstleistungsrechner .....	181
32350 Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau .....	182
33100 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme .....	184
33180 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Wärme und Stofftransport .....	186
33190 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung .....	188
33340 Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik .....	190
33360 Fuzzy Methoden .....	191

33820 Flat Systems .....	192
33840 Dynamische Filterverfahren .....	193
34120 Virtuelles Engineering .....	195
34810 Nichtlineare partielle Differentialgleichungen .....	197
34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen .....	198
34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen .....	200
34950 Spezielle Aspekte der Numerik .....	202
34960 Stochastische Analysis .....	203
34980 Zeitreihenanalyse .....	204
35000 Linear Matrix Inequalities in Control .....	205
35260 Computational Linguistics Seminar A .....	207
35810 Computational Biochemistry .....	208
35820 Advanced Methods of Quantum Chemistry .....	210
35850 Group Theory and Molecular Spectroscopy .....	212
35860 Molecular Quantum Mechanics .....	214
36010 Simulation Methods in Physics .....	216
36100 Programmierparadigmen .....	218
36360 Qualitätsmanagement .....	220
36900 Molekulare Thermodynamik .....	222
37270 Mechatronische Systeme in der Medizin - Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation .....	224
37670 Nichtlineare Optimierung .....	225
38720 Meteorologie .....	227
38780 Systemdynamik .....	229
39370 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik .....	230
39390 Theoretische Physik II: Quantenmechanik .....	232
39400 Theoretische Physik III: Elektrodynamik .....	233
39410 Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik .....	234
40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT .....	235
40680 Optimization .....	237
41500 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie .....	239
41630 Mathematisches Seminar .....	240
41880 Grundlagen der Bionik .....	241
42410 Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens .....	243
42420 High Performance Computing .....	244
42480 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens .....	246
42900 Business Process Management .....	248
43500 MSc Bioinformatik und Biostatistik II .....	250
43590 Antikörper Engineering .....	252
43770 Systemtheorie in der Systembiologie (mit Rechnerpraktikum) .....	254
43910 Stochastische Prozesse und Modellierung .....	256
43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I .....	258
44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt .....	260
44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse .....	261
44070 Analytische Methoden .....	262
44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle .....	264
44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit .....	265
44240 Digitale Strömungsvisualisierung .....	267
44260 Dimensionsanalyse .....	269
44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren .....	270
44280 Effizient programmieren .....	272
44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie .....	273
44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung .....	275
44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme .....	276
44640 Kompressible Strömungen I + II .....	278
44730 Leichtbau I .....	279
44750 Leichtbau II .....	280
44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik .....	281
44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation .....	282

44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen .....	285
44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen .....	287
44940 Numerische Verbrennungssimulation .....	288
45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren .....	289
45210 Strömungsmesstechnik .....	290
45280 Thermodynamik der Gemische .....	291
45320 Turbulenz .....	292
45900 Lineare Kontrolltheorie .....	294
46310 Materialien für Implantate .....	296
46510 Industrielle Aerodynamik .....	297
46550 Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik .....	298
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing .....	299
47130 Modellierung und Simulation in der Biomechanik .....	301
47160 Biomaterialien - Biokompatible Materialien .....	303
47180 Biomaterialien - Herstellung, Struktur und Eigenschaften .....	304
47290 Neurale Systeme .....	305
47300 Biorobotik .....	306
47320 Biomechanik der Zelle .....	307
48600 Robotics I .....	309
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems .....	310
48660 Funktionalanalysis 2 .....	312
48840 Stochastic and Statistical Topics in Modeling and Simulation .....	313
49010 Einführung in die Biomechanik biologischer Bewegung .....	315
49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II) .....	316
50090 Environmental Fluid Mechanics I .....	318
50140 Modeling of Hydrosystems .....	320
50150 Stochastical Modeling and Geostatistics .....	322
50170 Environmental Fluid Mechanics II .....	324
50270 Modellreduktion in der Mechanik .....	326
50280 Multiphase Modeling in Porous Media .....	328
50400 Robust Control .....	330
51540 Implementierung Finiter Elemente .....	331
51630 Umweltaerodynamik .....	333
51850 Networked Control Systems .....	335
51940 Systems Theory in Systems Biology .....	336
55600 Advanced Information Management .....	338
55630 Information Visualization and Visual Analytics .....	339
55640 Correspondence Problems in Computer Vision .....	340
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	342
55730 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften .....	343
55880 Continuum Mechanics .....	345
55900 Computational Mechanics of Materials .....	347
55910 Introduction to Scientific Programming .....	349
55920 Computational Mechanics of Structures .....	351
55930 Seminar on Mathematical Modelling .....	353
55940 Seminar on Mathematical Modelling .....	354
56070 Simulation Methods in Physics for SimTech III .....	355
56160 Advanced Simulation Methods .....	357
56390 Computer Science Selection VI: Concepts of Programming Languages, Operating Systems .....	359
56670 Discretization Methods .....	361
56790 Parallele Numerik .....	363
56960 Stochastische Prozesse II .....	365
57050 Compilerbau .....	366
57240 Seminar zur Stochastischen Analysis .....	368
57250 Stochastische Modellierung .....	369
57680 Einführung in die Chaostheorie .....	370
57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung .....	372
58190 Entwurf und Implementierung eines Compilers .....	373

58270 Dynamik mechanischer Systeme .....	374
59740 Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik .....	376
59900 Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen .....	378
59940 Dynamik Nichtglatter Systeme .....	379
59950 Mechanik nichtlinearer Kontinua .....	380
59990 Nichtglatte Dynamik .....	381
60090 Diskretisierung der inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen .....	382
60110 Wissenschaftliches Rechnen .....	384
60210 Implementation and Algorithms for Finite Elements .....	386
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems .....	387
61280 Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie) .....	388
67140 Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen .....	390
67150 Einführung in die Modellreduktion mechanischer Systeme .....	392
67250 Numerische Verfahren für Mehrskalprobleme .....	395
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden .....	396
68320 Modulationsgleichungen .....	398
68420 Deep learning for NLP .....	399
68720 Human-Computer Interaction .....	400
68740 Non-linear Computational Mechanics of Structures .....	402
69460 Computational contact mechanics .....	404
70050 Numerische Strömungsmechanik .....	405
70400 Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken .....	407
71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen .....	408
71940 Additive Fertigungsverfahren .....	409
72790 Risiko, Robustheit und Resilienz für Bau- und Umweltingenieure .....	410
72940 Introduction to Neuromechanics .....	411
73390 Computational Methods for Quantitative Finance .....	412
77920 Deep Learning .....	414
78900 Introduction to Modern Cryptography .....	416
79100 Deep Learning for Speech and Language Processing .....	418
79250 Variational Methods in Structural Dynamics .....	419
79370 Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics .....	421
<b>80070 Masterarbeit Simulation Technology .....</b>	<b>423</b>

## Qualifikationsziele

Die Ziele des Master-Studiengangs Simulation Technology sind, - das Grundlagenwissen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaften zu vertiefen und zu verbreitern. - gezielt die Vernetzung des erworbenen Grundlagen- und Methodenwissens der individuell für die Spezialisierung gewählten Fachgebiete zu sichern. - die Studierenden bei der selbstständigen Erarbeitung einer wissenschaftlichen Fach- und Methodenkompetenz zu unterstützen. Die Absolventinnen und Absolventen... - besitzen sichere und vertiefte Kenntnisse der theoretischen Grundlagen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Natur- und Ingenieurwissenschaften und können ihr Wissen kritisch und kreativ entsprechend der Fachgebiete einsetzen. - verstehen die grundsätzlichen Eigenschaften und Zwecke von Modellen und deren Anwendung im Bereich des jeweiligen Fachs. - können experimentelle Ergebnisse mit geeigneten Methoden beurteilen und interpretieren. - können Problemstellungen aus verschiedenen Bereichen abstrahieren, um sie mit Methoden der Simulationstechnik zu bearbeiten. - kennen unterschiedliche Verfahren zur numerischen Behandlung natur- und ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen und können diese selbstständig sinnvoll auswählen und anwenden. - können eigenverantwortlich Computerprogramme konzipieren, erstellen, testen und anwenden. - können Simulationsergebnisse analysieren und kritisch bewerten, auch unter Berücksichtigung von ökonomischen und gesellschaftlichen Randbedingungen. - besitzen die grundlegenden Kenntnisse der Logik und Argumentationstheorie und können diese kritisch anwenden. - sind in der Lage, wissenschaftstheoretische Reflexion in eine sinnvolle Beziehung zur wissenschaftlichen Praxis zu setzen. - können sich auf internationaler Ebene mit Spezialisten der verschiedenen Disziplinen über die Anwendung von Simulationstechnologien verständigen und mit ihnen zusammenarbeiten. - können in interdisziplinären Teams zusammenarbeiten. - kennen Techniken der Arbeitsverteilung, -planung und -organisation und können diese eigenständig anwenden. - beherrschen strategisches und zielgerichtetes Denken auf technischen und ingenieurwissenschaftlichen Gebieten und wenden es zur Weiterentwicklung vorhandener Methoden und Modelle an. - können selbstständig Texte und Inhalte wissenschaftlich erarbeiten. - können eigenständige Forschungsarbeit durchführen und - sind auf eine ggf. anschließende Promotion vorbereitet. Die Absolventen des Studiengangs „Simulation Technology“ (M. Sc.) können Modellierungen für anspruchsvolle und komplexe Problemstellungen der Simulationstechnologie mit Hilfe geeigneter (natur-)wissenschaftlicher Instrumente und systemorientierter Ansätze unter Berücksichtigung zukünftiger Probleme und Entwicklungen erarbeiten, durchführen und weiterentwickeln, die Ergebnisse für unterschiedliche Zielgruppen kritisch analysieren und bewerten sowie eigenständige Forschungsarbeiten konzeptionieren und durchführen. Die Beschäftigungsfelder der Absolventinnen und Absolventen liegen u.a. in Industriebetrieben, Ingenieurbüros, Behörden, Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Der Master zielt explizit auf die Vorbereitung auf eine folgende Promotion. In den allgemeinen Veranstaltungen der Pflichtmodule in den ersten Semestern lernen die Studierenden, die verschiedenen Bereiche der Simulationstechnik und die unterschiedlichen Forschungsschwerpunkte vernetzend zu betrachten. Im weiteren Verlauf wird hinführend auf eine mögliche Promotion der individuelle Kernbereich gewählt, bestehend aus Vorlesungs-, Selbststudiums- und Forschungsmodulen. Mit der Masterarbeit im 4. Semester ist die Befähigung zu zeigen, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine komplexe Aufgabenstellung aus dem Bereich der Simulationstechnik ziel- und ergebnisorientiert eigenständig zu bearbeiten.

## 100 Pflichtmodule

---

Zugeordnete Module:	24880	Simulationstechnik für Master-Studierende A
	24890	Simulationstechnik für Master-Studierende B
	24910	Forschungsmodul 1
	24920	Forschungsmodul 2
	42460	Numerische Simulation
	46870	SimTech-Seminar (MSc)

---

## Modul: 24880 Simulationstechnik für Master-Studierende A

2. Modulkürzel:	021420021	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Syn Schmitt		
9. Dozenten:	Syn Schmitt Oliver Röhrle Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Compulsory Modules</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen Überblick über verschiedene Methoden der Modellbildung und Lösungsmethoden und können diese nennen. Sie können die jeweils geeigneten Methoden für eine Fragestellung auswählen und anwenden.		
13. Inhalt:	<p>Entsprechend den Research Areas (RA) des SRC SimTech werden unterschiedliche Modelle und Methoden vorgestellt. Es werden Ziele und Einsatzzwecke anwendungsorientiert erläutert und die Verknüpfung der Research Areas untereinander dargestellt.</p> <p>Neue Methoden zur Modellbildung molekular-dynamischer und kontinuums-mechanischer Systeme, mathematische und numerische Methoden, Modellreduktion und die Umsetzung in leistungsfähige Algorithmen werden an ausgewählten Beispielen vermittelt.</p> <p>Weiterhin werden verschiedene Lösungsmethoden übergreifend vorgestellt.</p> <p>Pro Semester wird eine RA speziell herausgegriffen und anhand eines Beispiels aus der aktuellen Forschung die genannten Inhalte und Verknüpfungen erläutert.</p> <p>RA A "Molecular and Particle Simulations RA B "Advanced Mechanics of Multi-scale and Multi-field Problems RA C "Analysis, Design and Optimisation of Systems RA D "Numerical and Computational Mathematics RA E "Integrated Data Management and Interactive Visualisation RA F Hybrid High-Performance Computing Systems and Simulation Software Engineering RA G Integrative Platform of Reflection and Contextualisation</p>		

14. Literatur:	Wird jeweils in den einzelnen Teilen der Lehrveranstaltungen bekannt gegeben, entsprechend der Ausrichtung der Research Area.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 248801 Vorlesung mit Übung Simulationstechnik für Master-Studierende A
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h: Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24881 Simulationstechnik für Master-Studierende A (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Modellierung und Simulation im Sport

## Modul: 24890 Simulationstechnik für Master-Studierende B

2. Modulkürzel:	021420022	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 2. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester → Pflichtmodule</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.</p> <p>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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 248901 Vorlesung mit Übung Simulationstechnik für Master-Studierende B</li> </ul>		

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
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele und Verteilte Systeme

---

## Modul: 24910 Forschungsmodul 1

2. Modulkürzel:	080300012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester          → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 2. Semester          → Pflichtmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester          → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 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:	<p>Die Literaturstellen werden individuell von jedem Betreuer zu einem mit dem Studierenden persönlich abgestimmten Themengebiet vergeben.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 249101 Selbststudium</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Insgesamt 180 h, die sich wie folgt ergeben:          Präsenzzeit: 0 h          Selbststudium: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>24911 Forschungsmodul 1 (USL), Schriftlich, Gewichtung: 1          schriftlicher Bericht über die Resultate</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte Mathematik		

## Modul: 24920 Forschungsmodul 2

2. Modulkürzel:	080300013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Pflichtmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Pflichtmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben sich Kenntnisse des aktuellen Forschungsstands in einem vorgegebenen Teilgebiet der Simulationstechnik selbstständig angeeignet. Die Studierenden kennen unterschiedliche Lösungsansätze zu einer vorgegebenen Problemstellung und können diese gegeneinander abwägen. Sie können ihre Arbeit selbst planen, organisieren und durchführen. Sie können die speziellen Aspekte unterschiedlicher Fachgebiete in ihre Ergebnisfindung einbeziehen. Sie können im Team zusammenarbeiten und ihre Ergebnisse präzise in einer schriftlichen Form darstellen. Sie sind mit den Grundzügen der wissenschaftlichen Arbeitsweise vertraut.		
13. Inhalt:	Der Betreuer stellt dem Studierenden ein aktuelles Forschungsgebiet und eine konkretes eng umrissenes offenes Problem vor. Auf der Basis einer schriftlichen Aufgabenstellung entwickelt der Studierende Lösungsansätze. Idealerweise ist der Studierende in die Arbeit eines Teams eingebunden.		
14. Literatur:	Die Literaturstellen werden individuell von jedem Betreuer zu einem mit dem Studierenden persönlich abgestimmten Themengebiet vergeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 249201 Selbststudium		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, die sich wie folgt ergeben: Präsenzzeit: 0 h Selbststudium: 270 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24921 Forschungsmodul 2 (LBP), Schriftlich, Gewichtung: 1 schriftlicher Bericht über die Resultate		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte Mathematik		

## Modul: 42460 Numerische Simulation

2. Modulkürzel:	051240060	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Pflichtmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Pflichtmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Compulsory Modules		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und</li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw.</li> <li>• Modul 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker</li> <li>• Modul 42410 Grundlagen des wissenschaftlichen Rechnens</li> </ul>		
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, Neunhoeffler: 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:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42461 Numerische Simulation (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Simulation Software Engineering

---

## Modul: 46870 SimTech-Seminar (MSc)

2. Modulkürzel:	080300014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten des SRC Simtech		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Pflichtmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Pflichtmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die Fähigkeit, Inhalte einer wissenschaftlichen Arbeit eigenständig zu erarbeiten. Sie können diese Inhalte sinnvoll zusammenfassen und in einem Vortrag präsentieren. Die Studierenden sind in der Lage, Fachdiskussionen zu dem von ihnen bearbeiteten Thema zu führen.		
13. Inhalt:	Die Themen werden aus allen Bereichen der Simulationstechnik vergeben. Grundlage sind Publikationen in Journalen oder anderen Medien, die einem Peer-Review Prozess unterliegen.		
14. Literatur:	Wird jeweils zu Veranstaltungsbeginn bekannt gegeben, entsprechend den aktuellen Seminarthemen des Semesters.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 468701 Seminar SimTech Seminar (MSc)		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 90 h, die sich wie folgt ergeben: Präsenzzeit: 28 h Selbststudium: 62 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46871 SimTech-Seminar (MSc) (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte Mathematik		

## 200 Wahlmodule

---

Zugeordnete Module:	10030	Architektur von Anwendungssystemen
	10040	Bildsynthese
	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10110	Grundlagen der Künstlichen Intelligenz
	10120	Modellbildung und Simulation
	10250	Parallele Systeme
	10660	Fluidmechanik I
	10800	Finite Elemente für Tragwerksberechnungen
	10870	Hydrologie
	10910	Biologie und Chemie für Bauingenieure
	10970	Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure
	11220	Technische Thermodynamik I + II
	11320	Thermodynamik der Gemische I
	11820	Numerische Mathematik 1
	11830	Wahrscheinlichkeitstheorie
	11980	Biophysikalische Chemie I
	12010	Bioinformatik und Biostatistik I
	12030	Systemdynamik
	12040	Einführung in die Regelungstechnik
	12130	Strömungslehre I
	12250	Numerische Methoden der Dynamik
	12260	Mehrgrößenregelung
	12320	Technische Thermodynamik I
	13570	Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme
	13590	Kraftfahrzeuge I + II
	13780	Regelungs- und Steuerungstechnik
	14010	Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung
	14130	Kraftfahrzeugmechatronik I + II
	14150	Leichtbau
	14180	Numerische Strömungssimulation
	14710	Funktionalanalysis
	14740	Partielle Differentialgleichungen (Modellierung, Analysis, Simulation)
	14750	Einführung in die Optimierung
	14760	Finite Elemente
	14780	Stochastische Prozesse
	14800	Finanzmathematik 1
	14980	Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen
	15020	Numerische Methoden in der Fluidmechanik
	15040	Mehrphasenmodellierung in porösen Medien
	15670	Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik
	15830	Höhere Mechanik I: Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie
	15840	Höhere Mechanik II: Numerische Methoden der Mechanik
	16100	Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity
	16110	Elemente der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik
	16120	Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien
	16140	Continuum Biomechanics
	16150	Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik
	16180	Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie
	16260	Maschinendynamik
	16500	Software Engineering
	16720	Dynamik biologischer Systeme
	18610	Konzepte der Regelungstechnik

- 18620 Optimal Control
- 18630 Robust Control
- 18640 Nonlinear Control
- 210 Wahlmodule aus BSc Simulation Technology
- 21340 Strömungslehre II
- 21360 Wärmeübertragung / Wärmestrahlung
- 21820 Statistical and Adaptive Signal Processing
- 22190 Detection and Pattern Recognition
- 24930 Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke
- 24940 Statistik und Optimierung
- 25170 Schalen
- 25530 Wahrscheinlichkeit und Statistik
- 26410 Molekularsimulation
- 28440 Astrophysik
- 28620 Stochastic Dynamics I + II
- 28650 Relativitätstheorie
- 29410 Diskrete Optimierung
- 29430 Computer Vision
- 29440 Geometric Modeling and Computer Animation
- 29450 Graphentheorie
- 29460 Algorithmen für die Kryptographie
- 29470 Machine Learning
- 29580 Data Compression
- 29660 Programmanalysen und Compilerbau
- 29680 Real-Time Programming
- 29760 Algorithmische Gruppentheorie
- 29900 Dynamik verteiltparametrischer Systeme
- 29940 Convex Optimization
- 29990 Grundlagen der Laserstrahlquellen
- 30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik
- 30020 Biomechanik
- 30030 Fahrzeugdynamik
- 30040 Flexible Mehrkörpersysteme
- 30060 Optimization of Mechanical Systems
- 30080 Introduction to Systems Biology
- 30100 Nichtlineare Dynamik
- 31650 Beugungsuntersuchungen in der Materialwissenschaft
- 31690 Experimentelle Modalanalyse
- 31720 Model Predictive Control
- 32170 Numerik für Höchstleistungsrechner
- 32350 Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau
- 33100 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme
- 33180 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Wärme und Stofftransport
- 33190 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung
- 33340 Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik
- 33360 Fuzzy Methoden
- 33820 Flat Systems
- 33840 Dynamische Filterverfahren
- 34120 Virtuelles Engineering
- 34810 Nichtlineare partielle Differentialgleichungen
- 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen
- 34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen
- 34950 Spezielle Aspekte der Numerik
- 34960 Stochastische Analysis
- 34980 Zeitreihenanalyse
- 35000 Linear Matrix Inequalities in Control
- 35260 Computational Linguistics Seminar A
- 35810 Computational Biochemistry

- 35820 Advanced Methods of Quantum Chemistry
- 35850 Group Theory and Molecular Spectroscopy
- 35860 Molecular Quantum Mechanics
- 36010 Simulation Methods in Physics
- 36100 Programmierparadigmen
- 36360 Qualitätsmanagement
- 36900 Molekulare Thermodynamik
- 37270 Mechatronische Systeme in der Medizin - Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation
- 37670 Nichtlineare Optimierung
- 38720 Meteorologie
- 38780 Systemdynamik
- 39370 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik
- 39390 Theoretische Physik II: Quantenmechanik
- 39400 Theoretische Physik III: Elektrodynamik
- 39410 Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik
- 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT
- 40680 Optimization
- 41500 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie
- 41630 Mathematisches Seminar
- 41880 Grundlagen der Bionik
- 42410 Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens
- 42420 High Performance Computing
- 42480 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens
- 42900 Business Process Management
- 43500 MSc Bioinformatik und Biostatistik II
- 43590 Antikörper Engineering
- 43770 Systemtheorie in der Systembiologie (mit Rechnerpraktikum)
- 43910 Stochastische Prozesse und Modellierung
- 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I
- 44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt
- 44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse
- 44070 Analytische Methoden
- 44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
- 44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit
- 44240 Digitale Strömungsvisualisierung
- 44260 Dimensionsanalyse
- 44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren
- 44280 Effizient programmieren
- 44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
- 44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung
- 44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme
- 44640 Kompressible Strömungen I + II
- 44730 Leichtbau I
- 44750 Leichtbau II
- 44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik
- 44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation
- 44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen
- 44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen
- 44940 Numerische Verbrennungssimulation
- 45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren
- 45210 Strömungsmesstechnik
- 45280 Thermodynamik der Gemische
- 45320 Turbulenz
- 45900 Lineare Kontrolltheorie
- 46310 Materialien für Implantate
- 46510 Industrielle Aerodynamik
- 46550 Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik

- 46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
- 47130 Modellierung und Simulation in der Biomechanik
- 47160 Biomaterialien - Biokompatible Materialien
- 47180 Biomaterialien - Herstellung, Struktur und Eigenschaften
- 47290 Neurale Systeme
- 47300 Biorobotik
- 47320 Biomechanik der Zelle
- 48600 Robotics I
- 48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
- 48660 Funktionalanalysis 2
- 48840 Stochastic and Statistical Topics in Modeling and Simulation
- 49010 Einführung in die Biomechanik biologischer Bewegung
- 49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)
- 50090 Environmental Fluid Mechanics I
- 50140 Modeling of Hydrosystems
- 50150 Stochastical Modeling and Geostatistics
- 50170 Environmental Fluid Mechanics II
- 50270 Modellreduktion in der Mechanik
- 50280 Multiphase Modeling in Porous Media
- 50400 Robust Control
- 51540 Implementierung Finiter Elemente
- 51630 Umweltaerodynamik
- 51850 Networked Control Systems
- 51940 Systems Theory in Systems Biology
- 55600 Advanced Information Management
- 55630 Information Visualization and Visual Analytics
- 55640 Correspondence Problems in Computer Vision
- 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
- 55730 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften
- 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
- 56070 Simulation Methods in Physics for SimTech III
- 56160 Advanced Simulation Methods
- 56390 Computer Science Selection VI: Concepts of Programming Languages, Operating Systems
- 56670 Discretization Methods
- 56790 Parallele Numerik
- 56960 Stochastische Prozesse II
- 57050 Compilerbau
- 57240 Seminar zur Stochastischen Analysis
- 57250 Stochastische Modellierung
- 57680 Einführung in die Chaostheorie
- 57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung
- 58190 Entwurf und Implementierung eines Compilers
- 58270 Dynamik mechanischer Systeme
- 59740 Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik
- 59900 Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen
- 59940 Dynamik Nichtglatter Systeme
- 59950 Mechanik nichtlinearer Kontinua
- 59990 Nichtglatte Dynamik
- 60090 Diskretisierung der inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen
- 60110 Wissenschaftliches Rechnen
- 60210 Implementation and Algorithms for Finite Elements
- 60860 3D Scanner - Algorithms and Systems

61280 Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie)  
67140 Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen  
67150 Einführung in die Modellreduktion mechanischer Systeme  
67250 Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme  
68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden  
68320 Modulationsgleichungen  
68420 Deep learning for NLP  
68720 Human-Computer Interaction  
68740 Non-linear Computational Mechanics of Structures  
69460 Computational contact mechanics  
70050 Numerische Strömungsmechanik  
70400 Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken  
71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen  
71940 Additive Fertigungsverfahren  
72790 Risiko, Robustheit und Resilienz für Bau- und Umweltingenieure  
72940 Introduction to Neuromechanics  
73390 Computational Methods for Quantitative Finance  
77920 Deep Learning  
78900 Introduction to Modern Cryptography  
79100 Deep Learning for Speech and Language Processing  
79250 Variational Methods in Structural Dynamics  
79370 Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics

---

## Modul: 10030 Architektur von Anwendungssystemen

2. Modulkürzel:	052010002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesungen des Grundstudiums.		
12. Lernziele:	Die Vorlesung erläutert den Begriff der Architektur von Anwendungssystemen und die Rolle des Architekten solcher Systeme. Die wesentlichen Bestandteile von Anwendungsarchitektur wie etwa Datenbanksysteme, Anwendungsserver, Messaging Systeme, Workflowsysteme und TP-Monitore werden diskutiert. Die wesentlichen Mustern zur Erstellung von Anwendungssystemen sind verstanden.		
13. Inhalt:	Architekturelle Stile wie etwa N-stufige Aufbauten oder Service-Orientierung werden vorgestellt. Architekturmuster werden detailliert. Fundamentale Konzepte wie Transaktionen und Queuing werden eingeführt. Darauf aufbauend wird Direct TP vs Queues TP diskutiert. Grundlegende Qualitätseigenschaften wie Verfügbarkeit und Skalierbarkeit werden erläutert und Mechanismen zu deren Erzielen eingeführt. Die Rolle von Komponenten und Programmierung im Großen wird herausgearbeitet und Modell-getriebene Architektur vorgestellt.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A. Silberschatz, H. F. Korth, S. Sudarshan, Database System Concepts, 2002.</li> <li>- B. Neubauer, T. Ritter, F. Stoinnski, CORBA Komponenten, 2004.</li> <li>- F. Buschmann, R. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, M. Stal, Pattern-orientierte Software Architektur</li> <li>- Ein Patternsystem, 1998.</li> <li>- F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000.</li> <li>- L. Hohmann, Beyond Software Architecture, 2003.</li> <li>- M. Fowler, Patters of Enterprise Application Architecture, 2003.</li> <li>- P. Bernstein, E. Newcomer, Principles of Transaction Processing, 1997.</li> <li>- S. Conrad, W. Hasselbring, A. Koschel, R. Tritsch, Enterprise Application Integration, 2006.</li> <li>- S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005.</li> <li>- W. Emmerich, Konstruktion von verteilten Objekten, 2003.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100301 Vorlesung Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen</li> </ul>		

- 100302 Übung Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 10031 Architektur von Anwendungssystemen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[10031] Architektur von Anwendungssystemen (PL), schriftliche Prüfung, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... : - Modul Loose Coupling and Message Based Applications - Modul Service Computing - Modul Business Process Management

---

19. Medienform: Vorlesungen mit begleitenden Übungen

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 10040 Bildsynthese

2. Modulkürzel:	051900012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Wissen über verschiedene Ansätze und Algorithmen der dreidimensionalen Computergraphik, physikalisch-basierte Verfahren wie Raytracing und Radiosity, die den Lichttransport und die Wechselwirkung mit Materie modellieren, und numerische Methoden wie Monte-Carlo-Integration und Finite-Elemente-Verfahren die es erlauben, die Rendering-Gleichung zu lösen. Darüber hinaus kennen sie interaktive Verfahren, die unter Ausnutzung programmierbarer Grafik-Hardware realistische Beleuchtungseffekte in Echtzeit approximieren können, sowie bildbasierte Ansätze, die ohne geometrische Daten realistische Darstellungen erzeugen. Bild-basierte Verfahren verzichten auf eine geometrische Repräsentation der Szene und erzeugen neue Ansichten aus anderen aufgenommenen Bildern.		
13. Inhalt:	<p>In dieser Vorlesung werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grafik Hardware und APIs, OpenGL</li> <li>• Texturen, prozedurale Modelle</li> <li>• Schattenberechnungen</li> <li>• Szenengraphen, Culling, Level-of-Detail Verfahren</li> <li>• Physikalisch-basierte Beleuchtungsberechnung, Fotorealistische Bildsynthese</li> <li>• Lokale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Raytracing, Monte-Carlo Methoden</li> <li>• Radiosity</li> <li>• Bild-basiertes Rendering</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner: Principles of Digital Image Synthesis, 1995</li> <li>• D. Eberly: 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics, 2000</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes: Computer Graphics: Principle and Practice, 1990</li> <li>• Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung</li> <li>• P. Dutre, P. Bekaert, K. Bala: Advanced Global Illumination, 2003</li> <li>• Tomas Akenine-Möller, Eric Haines: Real-Time Rendering, 2002</li> <li>• Matt Pharr, Greg Humphreys: Physically Based Rendering: From Theory To Implementation, Morgan Kaufmann Auflage: 2nd revised edition. (26. August 2010)</li> <li>• Peter Shirley et al: Fundamentals of Computer Graphics, Third Edition, A.K. Peters, July 2009</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:                   • 100402 Übung Bildsynthese  
   • 100401 Vorlesung Bildsynthese

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 10041 Bildsynthese (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1  
   • V       Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich  
   [10041] Bildsynthese (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht:  
   1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V ), schriftlich,  
   eventuell mündlich, Übungsschein.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:   Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## Modul: 10080 Datenbanken und Informationssysteme

2. Modulkürzel:	051200025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung "Datenbanken und Informationssysteme" ist als Einstiegsveranstaltung in das Vertiefungsgebiet Datenbanksysteme konzipiert. Aufbauend auf dem Inhalt der Vorlesung "Modellierung" werden insbesondere Entwurfs- und Realisierungsaspekte von Datenbanksystemen betrachtet. Die Entwicklung, Installation und Administration von Datenbanksystemen bestimmen hier sowohl Stoffauswahl als auch Detaillierungsgrad. Als Grundlage für alle weiteren Betrachtungen wird ein Schichtenmodell zur Beschreibung eines allgemeinen Datenbanksystems vorgestellt. Darauf aufbauend werden die einzelnen Systemschichten im Detail diskutiert, die dort zu realisierenden Komponenten betrachtet sowie die jeweils vorherrschenden Algorithmen beschrieben und bewertet. Im Einzelnen werden folgende Aspekte vertieft:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsprogrammierschnittstelle</li> <li>• Externspeicherverwaltung</li> <li>• DBS-Pufferverwaltung</li> <li>• Speicherungsstrukturen und Zugriffspfadstrukturen</li> <li>• Anfrageverarbeitung und Anfrageoptimierung</li> <li>• Transaktionsverarbeitung, Synchronisation</li> <li>• Logging und Recovery.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004.</li> <li>• Th. Härder, E. Rahm, Datenbanksysteme, 2008.</li> <li>• H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003.</li> <li>• R. Elmasri, S. Navathe, Fundamentals of Database Systems, 2003.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100802 Übung Datenbanken und Informationssysteme</li> <li>• 100801 Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 10081 Datenbanken und Informationssysteme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1

- Schriftliche oder mündliche Prüfungsleistung, 60 Min., Gewicht: 1.0,
- Prüfungsvorleistung: Modalitäten werden in der ersten Vorlesung angegeben

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 10110 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz

2. Modulkürzel:	051900205	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Daniel Hennes Marc Toussaint Andrés Bruhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker		
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Künstlichen Intelligenz, kann Probleme der KI selbständig einordnen und mit den erlernten Methoden und Algorithmen bearbeiten.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligenz</li> <li>• Agentenbegriff</li> <li>• Problemlösen durch Suchen, Suchverfahren</li> <li>• Probleme mit Rand- und Nebenbedingungen</li> <li>• Spiele</li> <li>• Aussagen- und Prädikatenlogik</li> <li>• Logikbasierte Agenten, Wissensrepräsentation</li> <li>• Inferenz</li> <li>• Planen</li> <li>• Unsicherheit, probabilistisches Schließen</li> <li>• Probabilistisches Schließen über die Zeit</li> <li>• Entscheidungstheorie</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Russell, P. Norvig, Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz, 3. Aufl., 2012</li> <li>• S. Russell, P. Norvig, Artificial Intelligence: A Modern Approach, 3rd Edition, 2009</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 101101 Vorlesung Grundlagen der Künstlichen Intelligenz</li> <li>• 101102 Übung Grundlagen der Künstlichen Intelligenz</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10111 Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [10111] Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewicht: 1.0 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 10120 Modellbildung und Simulation

2. Modulkürzel:	051240010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik</li> </ul>		
12. Lernziele:	Beherrschung des grundsätzlichen Vorgehens in der Modellbildung. Kenntnis einer Auswahl diskreter und kontinuierlicher Modelle und entsprechender Simulationsmethoden. Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig numerische Methoden problemorientiert um- und einzusetzen.		
13. Inhalt:	Diese Vorlesung bietet eine Einführung in die Grundlagen der Modellbildung und Simulation mit dem Ziel der Vorbereitung auf weiterführende Vorlesungen in diesem Bereich. Da Simulationsmethoden oft für viele verschiedene Problemklassen einsetzbar sind, ist die Vorlesung methodisch strukturiert. Den Hauptteil der Vorlesung bilden hierbei diskrete Modelle sowie deren Behandlung, aber auch kontinuierliche Modelle werden ergänzend gestreift. Ob diskrete Ereignissimulation, spieltheoretische Ansätze, Zelluläre Automaten, Räuber-Beute Modelle oder Fuzzy-Mengen: die verschiedenen Modellierungsansätze sind so vielfältig wie die Problemstellungen, auf die sie angewendet werden. Verkehrssimulation, Populationswachstum, Wahlen oder Regelung sind nur einige der Anwendungsbereiche aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung und Simulation - Eine anwendungsorientierte Einführung, Bungartz, H.-J., Zimmer, S., Buchholz, M., Pflüger, D., Springer Verlag, eXamen.press, 2013, ISBN 978-3-642-38656-6</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 101201 Vorlesung Modellbildung und Simulation</li> <li>• 101202 Übung Modellbildung und Simulation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10121 Modellbildung und Simulation (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Simulation Software Engineering

---

## Modul: 10250 Parallele Systeme

2. Modulkürzel:	051200065	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon		
9. Dozenten:	Sven Simon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfahrungen aus dem Bereich Technische Informatik		
12. Lernziele:	Grundlegende Kenntnisse im Bereich paralleler Systeme, z.B. Multi-Core CPUs und deren Programmierung.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Entwicklung vom klassischen Mikroprozessor zur Multi-Core CPU Programmierung paralleler Rechnersysteme</li> <li>• Systolische Arrays, massiv parallele Systeme</li> <li>• Parallele Systeme aus verschiedenen Anwendungsdomänen: ausgewählte Fallbeispiele</li> </ul>		
14. Literatur:	Wird in der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 683301 Vorlesung Auflagenmodul 1: Linguistik- und CL-Grundlagen für ComputerlinguistInnen</li> <li>• 102501 Vorlesung Parallele Systeme</li> <li>• 102502 Übung Parallele Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 68331 Auflagenmodul 1: Linguistik- und CL-Grundlagen für ComputerlinguistInnen (USL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• 10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 10660 Fluidmechanik I

2. Modulkürzel:	021420001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	Holger Class		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Auflagen M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Auflagen		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p><b>Technische Mechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Statik starrer Körper</li> <li>• Einführung in die Elastostatik und Festigkeitslehre</li> <li>• Einführung in die Mechanik inkompressibler Fluide</li> </ul> <p><b>Höhere Mathematik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Vektoranalysis</li> <li>• Numerische Integration</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über die Gesetzmäßigkeiten realer und idealer Fluidströmungen sowie der Hydrostatik und der Kinematik. Sie können Erhaltungssätze formulieren und diese auf praxisnahe Fragestellungen anwenden. Darüber hinaus erarbeiten sie sich detaillierte Kenntnisse in der Rohrströmung und der Strömung in Gerinnen und lernen, diese Kenntnisse für die genannten Anwendungen einzusetzen.</p>		
13. Inhalt:	<p>Es werden zunächst die zur Formulierung von Erhaltungssätzen erforderlichen theoretischen Grundlagen erarbeitet. Darauf aufbauend werden die Erhaltungssätze für Masse, Impuls und Energie zunächst mit Hilfe des Reynoldsschen Transporttheorems für endlich große Kontrollvolumina abgeleitet. Anschließend werden daraus im Übergang auf ein infinitesimal kleines Fluidelement die partiellen Differentialgleichungen zur Beschreibung von Strömungsproblemen formuliert, z.B. Navier-Stokes-, Euler-, Bernoulli-, Reynolds-Gleichungen. Ein Schwerpunkt ist dann die Anwendung der Erhaltungssätze für stationäre und instationäre Probleme aus der Rohr- und Gerinnehydraulik. Dabei wird insbesondere auch der Einfluss strömungsmechanischer Kennzahlen wie der Reynolds-Zahl und der Froude-Zahl diskutiert.</p> <p><b>Einführung in die Fluidmechanik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruhende und gleichförmig bewegte Fluide (Hydrostatik)</li> <li>• Erhaltungssätze am Kontrollvolumen formuliert</li> <li>• Erhaltungssätze für infinitesimale Fluidelemente / Strömungsdifferentialgleichungen</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grenzschichttheorie</li> <li>• Rohrströmungen</li> <li>• Reibungsfreie und reibungsbehaftete Rohrströmungen</li> <li>• Stationäre und instationäre Rohrströmungen</li> <li>• Gerinneströmungen</li> <li>• Abflussdiagramme</li> <li>• Schießender und strömender Abfluss</li> <li>• Abflusskontrolle</li> <li>• Normalabfluss und ungleichförmiger Abfluss</li> <li>• Überströmung von Bauwerken</li> <li>• Flachwassergleichungen</li> <li>• Charakteristiken</li> </ul>
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmig, R., Class, H.: Grundlagen der Hydromechanik, Shaker Verlag, Aachen, 2005</li> <li>• Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik, Springer Verlag, 1996</li> <li>• White, F.M.: Fluid Mechanics, WCB/McGraw-Hill, New York, 1999</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 106601 Vorlesung Fluidmechanik I</li> <li>• 106602 Übung Fluidmechanik I</li> <li>• 106603 Laborübung Fluidmechanik I</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: (6 SWS) 84 h          Selbststudium (1,2h pro Präsenzstunden): 100 h  <b>Gesamt: 184 h (ca. 6 LP)</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10661 Fluidmechanik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Schriftliche Prüfungsvorleistung/ Scheinklausur
18. Grundlage für ... :	Fluidmechanik II
19. Medienform:	Entwicklung der Grundlagen als Tafelanschrieb, Lehrfilme zur Verdeutlichung fluidmechanischer Zusammenhänge; zur Vorlesung und Übung stehen web-basierte Unterlagen zum vertiefenden Selbststudium zur Verfügung.
20. Angeboten von:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

## Modul: 10800 Finite Elemente für Tragwerksberechnungen

2. Modulkürzel:	020300002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Malte von Scheven		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-III , Werkstoffe, Technische Mechanik I, Baustatik		
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die methodischen Grundlagen der Methode der finiten Elemente (FEM). Sie sind in der Lage, ein eigenes, lineares FEM-Programm zu schreiben. Die Studenten sind sich im Hinblick auf die praktische Anwendung der FEM deren Approximationscharakters bewusst und können Ergebnisse von FEM-Berechnungen kontrollieren, interpretieren und kritisch hinterfragen. Für die in der Praxis übliche Modellierung von Tragwerken mit finiten Elementen (und anderen computerorientierten Methoden) beherrschen sie die notwendigen theoretischen Grundlagen. Außerdem können die Studenten Tragwerke durch Anwendung von Computerprogrammen modellieren. Sie verfügen über die Grundlagen für fortgeschrittene Vorlesungen zum Thema "finite Elemente" im Rahmen eines Masterstudiengangs.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Steifigkeitsmethode</li> <li>• isoparametrisches Konzept</li> <li>• variationelle Formulierung von finiten Elementen</li> <li>• Anforderungen an die Ansätze, Konvergenzbedingungen</li> <li>• finite Elemente für Fachwerke, Balken, Scheiben und Platten</li> <li>• Locking und alternative FE-Formulierungen</li> <li>• Grundlagen der Modellbildung, mathematisches und numerisches Modell</li> <li>• Idealisierung von Tragwerken</li> <li>• Beurteilung und Interpretation von Rechenergebnissen</li> <li>• Singularitäten</li> <li>• diskrete Modelle, Freiheitsgrade, Kopplungsbedingungen bei komplexen Systemen</li> <li>• Einfluss von Approximationsfehlern, Wechselwirkungen zwischen mathematischem und numerischem Modell</li> </ul>		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript "Finite Elemente für Tragwerksberechnungen", Institut für Baustatik und Baudynamik		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 108001 Vorlesung Finite Elemente für Tragwerksberechnungen</li> <li>• 108002 Übung Finite Elemente für Tragwerksberechnungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 10801 Finite Elemente für Tragwerksberechnungen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich</li> </ul>		

Vorleistung: 3 bestandene Hausübungen (unbenotet)

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Baustatik und Baudynamik

---

## Modul: 10870 Hydrologie

2. Modulkürzel:	021430001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Jochen Seidel		
9. Dozenten:	Jochen Seidel Andras Bardossy		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Grundlagen hydrologischer Prozessabläufe (z.B. Abflussbildung, -konzentration), deren Beschreibung sowie die unterschiedlichen Konzeptionen und Anwendungsgebiete hydrologischer Modelle. Damit können sie einfache Modelle erstellen, deren Parameter bestimmen und schließlich die Möglichkeiten und Grenzen der Modelle bzw. Modellkonzeptionen einschätzen.		
13. Inhalt:	<b>Grundlagen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserkreislauf, Wasserhaushalt, Einzugsgebiet</li> <li>• Niederschlag</li> <li>• Verdunstung</li> <li>• Versickerung, Infiltration</li> <li>• Grundwasser</li> <li>• Abfluss, Wasserstands-Durchfluss-Beziehung,</li> <li>• Ganglinienanalyse</li> <li>• Grundlagen der Speicherwirtschaft</li> <li>• Kontinuitätsgleichung der Speicherung</li> <li>• Hochwasserrückhalt, Seeretention</li> <li>• Bemessung von Hochwasserrückhaltebecken</li> <li>• Vorratsspeicherung</li> <li>• Grundlagen zur Modellierung von Flussgebieten</li> <li>• Aufbau von Einzugsgebietsmodellen, Abflussbildung und Abflusskonzentration, Basisabfluss, effektiver Niederschlag</li> <li>• Grundlagen und Methoden der Systemhydrologie,</li> <li>• Einheitsganglinie</li> <li>• Grundkonzeptionen hydrologischer Modelle</li> <li>• Translation und Retention</li> <li>• Flutplan-Verfahren, Zeitflächen-Diagramm,</li> <li>• Retentionsmodelle</li> <li>• Verknüpfung verschiedener Modellkonzeptionen in Einzugsgebiets-Modellen</li> <li>• Wasserlaufmodelle, Ablauf von Hochwasserwellen in Gerinnen, Muskingum-Modell</li> <li>• Physikalisch basierte hydrologische Modelle</li> </ul>		

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Skript zur Vorlesung</li><li>• Maniak: "Hydrologie und Wasserwirtschaft", Springer 1997</li><li>• Linsey, Kohler, Paulhus: "Hydrology for Engineers", McGraw-Hill Book Company, Singapore 1988</li><li>• Dyck, Peschke: "Grundlagen der Hydrologie", Verlag für Bauwesen, Berlin 1995.</li><li>• Fohrer, Nicola (Hrsg.): "Hydrologie", UTB 2016</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 108702 Übung Hydrologie</li><li>• 108701 Vorlesung Hydrologie</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium / Nacharbeitszeit: 112 h <b>Gesamt: 168 h</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10871 Hydrologie (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Hydrologie und Geohydrologie

## Modul: 10910 Biologie und Chemie für Bauingenieure

2. Modulkürzel:	021221301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Karl Heinrich Engesser		
9. Dozenten:	Michael Koch Karl Heinrich Engesser Franz Brümmer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	KEINE, Bemerkungen:- zur inhaltlichen und terminlichen Durchführung siehe die Veranstaltungen des Modules 41180 Umweltbiologie I. im Bachelor UMW (Umweltschutztechnik)		
12. Lernziele:	<p>Einführung in der Biologie: Die Studierenden haben verstanden: Was sind Mikroorganismen? Wie sind Bakterien aufgebaut? Wo kommen sie vor? Welche Gesetzmäßigkeiten gelten beim Wachstum von Mikroorganismen? Welche Krankheiten können durch Mikroorganismen hervorgerufen werden? Wo und wie werden Mikroorganismen in der Umweltbiotechnologie eingesetzt. Tutorium Mikrobiologie für Ingenieure Die Studierenden sind zur Rekapitulierung des Vorlesungsstoffs anhand des Fragenkatalogs befähigt und sind auf die Prüfung vorbereitet Vorlesung Chemie für Bauingenieure Die Studierenden haben Kenntnis über die Grundlagen der allgemeinen, anorganischen und organischen Chemie, im Besonderen über: die Struktur von Atomen und Molekülen, den Aufbau des Periodensystems der Elemente, die chemische Bindung und chemische Reaktionen, die Eigenschaften von Wasser und dessen Inhaltsstoffen, die Zusammensetzung von Luft, die Chemie und die Umwelteigenschaften wichtiger Baustoffe Vorlesungen Mikrobiologie für Ingenieure und Chemie für Bauingenieure II: Die Studierenden erkennen wo bauingenieurliche Aktivitäten auf umweltchemische Probleme treffen. Sie erkennen Zusammenhänge zwischen dem Einsatz verschiedener Stoffe und Eingriffen in die Umwelt mit den daraus resultierenden Folgen für Wasser, Luft und Boden</p>		
13. Inhalt:	<p>Einführung in die Biologie: Grundelemente der Allgemeinen Biologie, makromolekulare Zusammensetzung, Zellulärer Aufbau von Pro- und Eukaryonten, Zell- und Energiestoffwechsel von auto- und heterotrophen Lebewesen, exemplarische Vorstellung von Organsystemen und ihrer Entwicklung, Einführung in die Ökologie und Evolutionsbiologie.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript</li> <li>• Folien der Vorlesungspräsentation als Download im pdf Format</li> <li>• Klausuraufgabensammlung, Übungen zur Kontrolle des Selbststudiums</li> <li>• Fuchs/Schlegel, Allgemeine Mikrobiologie</li> <li>• Benedix, Roland, Bauchemie - Einführung in die Chemie für Bauingenieure, 2. Aufl., Teubner, Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden</li> </ul>		

- (2003), Beyer/Walter, Lehrbuch der Organischen Chemie, Hirzel Verlag, Stuttgart, 24. Aufl. (2004)
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 109101 Vorlesung Einführung in die Biologie
  - 109102 Vorlesung Mikrobiologie für Ingenieure I
  - 109103 Vorlesung Chemie für Bauingenieure I
  - 109104 Vorlesung Chemie für Bauingenieure II
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 63 h  
Selbststudium / Nacharbeitszeit: 117 h  
**Gesamt: 180 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

10911 Biologie und Chemie für Bauingenieure (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

- Anteil *Einführung in die Biologie*: 0,17
- Anteil *Mikrobiologie für Ingenieure I*: 0,33
- Anteil *Chemie für Bauingenieure I*: 0,33
- Anteil *Chemie für Bauingenieure II*: 0,17

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Vorlesung mit Leinwandpräsentation Skripte und Klausursammlung ist als Download verfügbar

---

20. Angeboten von:

Biologische Abluftreinigung

---

## Modul: 10970 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure

2. Modulkürzel:	020200400	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Fritz Berner		
9. Dozenten:	Cornelius Väth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden können mit den Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre praxisgerecht umgehen. Sie haben ein ganzheitliches Verständnis und Kenntnis betriebswirtschaftlicher Zusammenhänge und Hintergründe.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Unternehmen und Unternehmenszusammenschlüsse</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rechtsformen</li> <li>• Handelsregister</li> <li>• Organisationsformen von Unternehmen</li> </ul> </li> <li>• <u>Produktion und Leistungserstellungsprozess</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertigung</li> <li>• Produktpolitik</li> <li>• Personal</li> </ul> </li> <li>• <u>Finanzwirtschaftlicher Prozess</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zahlungsmittel</li> <li>• Investitionsrechnung</li> </ul> </li> <li>• <u>Rechnungswesen</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Buchführung</li> <li>• Jahresabschluss (Bilanz und GuV)</li> <li>• Ausgewählte Kennzahlen</li> </ul> </li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olfert/Rahn, Einführung in die Betriebswirtschaftslehre</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 109702 Übung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</li> <li>• 109701 Vorlesung Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 h Selbststudium / Nacharbeitszeit: 44 h <b>Gesamt: 65 h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10971 Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre für Ingenieure (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :	BWL I: Produktion, Organisation, Personal BWL II: Rechnungswesen und Finanzierung BWL III: Marketing und Einführung in die Wirtschaftsinformatik		
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Baubetriebslehre		

## Modul: 11220 Technische Thermodynamik I + II

2. Modulkürzel:	042100010	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	12 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	8	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013,          → Electives          M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016,          → Zusatzmodule          M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013,          → Zusatzmodule          M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013,          → Wahlmodule          M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016,          → Wahlmodule</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> <li>• Die Studierenden sind durch das erworbene Verständnis der grundlegenden thermodynamischen Modellierung zu eigenständiger Vertiefung in weiterführende Lösungsansätze befähigt.</li> </ul>		
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> </ul>		

- Bilanzierung der Materie, Energie und Entropie von offenen, geschlossenen, stationären und instationären Systemen
- Energiequalität, Dissipation und Exergiekonzept
- Ausgewählte Modelprozesse: Kreisprozesse, Reversible Prozesse, Dampfkraftwerk, Gasturbine, Kombi-Kraftwerke, Verbrennungsmotoren etc.
- Gemische und Stoffmodelle für Gemische: Verdampfung und Kondensation, Verdunstung und Absorption
- Phasengleichgewichte und chemisches Potenzial
- Bilanzierung bei chemischen Zustandsänderungen

---

14. Literatur:

- H.-D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag Berlin.
- P. Stephan, K. Schaber, K. Stephan, F. Mayinger: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen, Springer-Verlag, Berlin.
- K. Lucas: Thermodynamik - Die Grundgesetze der Energie- und Stoffumwandlungen, Springer-Verlag Berlin.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 112202 Vortragsübung Technische Thermodynamik I
- 112204 Vorlesung Technische Thermodynamik II
- 112205 Vortragsübung Technische Thermodynamik II
- 112201 Vorlesung Technische Thermodynamik I
- 112206 Gruppenübung Technische Thermodynamik II
- 112203 Gruppenübung Technische Thermodynamik I

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 112 Stunden  
Selbststudium: 248 Stunden  
**Summe: 360 Stunden**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 11221 Technische Thermodynamik I + II (ITT) (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- Prüfungsvorleistung: Zwei bestandene Zulassungsklausuren

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Der Veranstaltungsinhalt wird als Tafelanschrieb entwickelt, ergänzt um Präsentationsfolien und Beiblätter.

---

20. Angeboten von:

Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik

---

## Modul: 11320 Thermodynamik der Gemische I

2. Modulkürzel:	042100001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → 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> <li>• Thermische und kalorische Eigenschaften von Mischungen: Exzessvolumen, Exzessenthalpie, Thermische Zustandsgleichungen</li> <li>• Phasengleichgewichte (Phänomenologie): Phasendiagramme, Zweiphasen- und Mehrphasengleichgewichte, Azeotropie, Heteroazeotropie, Hochdruckphasengleichgewichte</li> <li>• Phasengleichgewichte (Berechnung): Fundamentalgleichung, Legendre-Transformation, Gibbssche Energie, Fugazität, Fugazitätskoeffizient, Aktivität, Aktivitätskoeffizient, GE-Modelle,</li> </ul>		

- 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:	<p>Präsenzzeit: 56 h                  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 124 h                  Gesamt: 180 h</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	11321 Thermodynamik der Gemische (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Thermische Verfahrenstechnik II Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Diffusion und Stofftransport
19. Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb, ergänzend werden Beiblätter ausgegeben.
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik

## Modul: 11820 Numerische Mathematik 1

2. Modulkürzel:	080300002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Dozenten der Mathematik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Auflagen M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Auflagen		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Analysis 1, Analysis 2</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: LAAG 1, LAAG2, Computermathematik</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse, Implementierung und Anwendung numerischer Algorithmen.</li> <li>• Potenzial und Grenzen numerischer Simulationstechniken.</li> <li>• Korrektes Formulieren und selbständiges Lösen mathematischer Probleme.</li> <li>• Abstraktion und mathematische Argumentation.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Numerische Behandlung der Grundprobleme aus der Analysis: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Approximation: Polynominterpolation, Splineapproximation, diskrete Fouriertransformation.</li> <li>• Integration: Quadraturverfahren (Newton-Cotes, Gauß-Quadratur, adaptive Verfahren).</li> <li>• Nichtlineare Gleichungen: Fixpunkt- und Newtonverfahren.</li> <li>• Optimierung: Optimierung unter Nebenbedingungen, Ausgleichsprobleme, Abstiegsverfahren.</li> </ul>		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 118201 Vorlesung Numerische Mathematik I</li> <li>• 118202 Übungen zur Vorlesung Numerische Mathematik I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11821 Numerische Mathematik 1 (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte Mathematik		

## Modul: 11830 Wahrscheinlichkeitstheorie

2. Modulkürzel:	080600001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Hesse		
9. Dozenten:	Dozenten der Mathematik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Analysis 1, Analysis 2</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: LAAG 1, LAAG 2</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis grundlegender wahrscheinlichkeitstheoretischer Konzepte und Fähigkeit, diese in den Anwendungen einzusetzen.</li> <li>• Korrektes Formulieren und selbständiges Lösen von mathematischen Problemen.</li> <li>• Abstraktion und mathematische Argumentation.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Entwicklung und Untersuchung mathematischer Modelle für zufallsabhängige Vorgänge: Maßtheoretische Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Erwartungswerte, Verteilungen, Dichten, Charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, Bedingte Wahrscheinlichkeiten/Erwartungen, Martingale, Stochastische Konvergenzbegriffe, Gesetz der großen Zahlen, Zentrale Grenzwertsätze.		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 118301 Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie</li> <li>• 118302 Übungen zur Vorlesung Wahrscheinlichkeitstheorie</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 207h Gesamt: 270h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 11831 Wahrscheinlichkeitstheorie (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Übungsschein</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Stochastik		

## Modul: 11980 Biophysikalische Chemie I

2. Modulkürzel:	040102004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof. Dr. Robin Ghosh	
9. Dozenten:		Robin Ghosh	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		<i>Vorkurs Mathematik</i>	
12. Lernziele:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sollen die Grundlagen der Thermodynamik für einfache und komplexe Systeme kennen lernen. Eine Besonderheit der Vorlesung ist die Fokussierung auf Themen und Beispiele, die von biochemischer und molekularbiologischer als auch biotechnologischer Relevanz sind.</li> <li>• Die Studierenden müssen detaillierte Konzentrations- und thermodynamische Berechnungen durchführen</li> </ul>	
13. Inhalt:		Konzentrationen, Massen- und Energieerhaltung, Hauptsätze der Thermodynamik, Gleichgewicht und Freie Energie, Chemisches Potential, Kolligative Eigenschaften, pH und pK, Henderson-Hasselbalch, Redoxpotential, elektrochemisches Potential, Wasser-Struktur, hydrophober Effekt, Thermodynamik von Proteinfaltung.	
14. Literatur:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atkins "Phys.Chem.",</li> <li>• weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</li> </ul>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 119801 Vorlesung Biophysikalische Chemie I</li> <li>• 119802 Übung Biophysikalische Chemie I</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:		Präsenzzeit: 56h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 118h Gesamt: 174h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:		11981 Biophysikalische Chemie I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:		Bioenergetik	

## Modul: 12010 Bioinformatik und Biostatistik I

2. Modulkürzel:	030800923	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Jürgen Pleiss		
9. Dozenten:	Jürgen Pleiss Jürgen Dippon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<b>Voraussetzungen für Teilmodul Bioinformatik 1:</b> Module Biochemie und Molekularbiologie <b>Voraussetzungen für Teilmodul Biostatistik 1:</b> Module Mathematik		
12. Lernziele:	<b>Bioinformatik 1:</b> Die Studierenden kennen wesentliche bioinformatische Methoden zur Analyse von Proteinsequenzen und -strukturen. Sie können diese Methoden mit Hilfe von öffentlich zugänglichen Datenbanken und bioinformatischen Werkzeugen auf einfache Fragestellungen anwenden und die Ergebnisse schriftlich und mündlich darstellen und diskutieren. <b>Biostatistik 1:</b> Die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik sollen sicher beherrscht werden, um sich bei Bedarf weitergehende Konzepte und Methoden der Statistik aus der Literatur selber erarbeiten zu können. Begleitend soll der Einsatz von moderner Statistik-Software, z.B. R, zur Planung und Auswertung biologischer Experimente erlernt werden.		
13. Inhalt:	<b>Bioinformatik 1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sequenz- und Strukturdatenbanken</li> <li>• Sequenzvergleich und phylogenetische Analyse</li> <li>• Patterns, Profile und Domänen</li> <li>• Visualisierung und Analyse von Proteinstrukturen</li> </ul> <b>Biostatistik 1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufallsvariablen und Verteilungen</li> <li>• Erwartungswert und Varianz</li> <li>• Bedingte Wahrscheinlichkeiten und stochastische Unabhängigkeit</li> </ul>		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120101 Vorlesung Bioinformatik 1</li> <li>• 120102 Übung Bioinformatik 1</li> <li>• 120104 Übung Biostatistik 1</li> <li>• 120103 Vorlesung Biostatistik 1</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Präsenzzeit:</b> 68 Stunden <b>Selbststudium:</b> 112 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 12011 Bioinformatik und Biostatistik I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• 12012 Bioinformatik und Biostatistik I - Übungen (USL), Schriftlich, Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	Bioinformatik und Biostatistik II
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Technische Biochemie

---

## Modul: 12030 Systemdynamik

2. Modulkürzel:	074710001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny		
9. Dozenten:	Oliver Sawodny		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Pflichtmodule Mathematik		
12. Lernziele:	Der Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• kann lineare dynamische Systeme analysieren,</li> <li>• kann lineare dynamische Systeme auf deren Struktureigenschaften untersuchen</li> <li>• kennt den mathematisch-methodischen Hintergrund zur Systemdynamik</li> </ul>		
13. Inhalt:	Einführung mathematischer Modelle, vertiefte Darstellung zur Analyse im Zeitbereich, vertiefte Darstellung zur Analyse im Frequenzbereich/Bildbereich, Integraltransformationen		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdrucke</li> <li>• Föllinger, O.: Laplace-, Fourier- und z-Transformation. 7. Aufl., Hüthig Verlag 1999</li> <li>• Preuss, W.: Funktionaltransformationen - Fourier-, Laplace- und Z-Transformation. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag 2002</li> <li>• Unbehauen, R.: Systemtheorie 1. Oldenbourg 2002</li> <li>• Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer Verlag 2006</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120301 Vorlesung Systemdynamik</li> <li>• 120302 Übung Systemdynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 32 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 58 h <b>Gesamt: 90 h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12031 Systemdynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht vernetzt, nicht programmierbar, nicht grafikfähig) gemäß Positivliste sowie alle nicht-elektronischen Hilfsmittel		
18. Grundlage für ... :	Simulationstechnik		
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemdynamik		

## Modul: 12040 Einführung in die Regelungstechnik

2. Modulkürzel:	074810010	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Frank Allgöwer Matthias Müller		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-III, Grundlagen der Systemdynamik		
12. Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben umfassende Kenntnisse zur Analyse und Synthese einschleifiger linearer Regelkreise im Zeit- und Frequenzbereich</li> <li>• können auf Grund theoretischer Überlegungen Regler und Beobachter für dynamische Systeme entwerfen und validieren</li> <li>• können entworfene Regler und Beobachter an praktischen Laborversuchen implementieren</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Vorlesung:</b>                      Systemtheoretische Konzepte der Regelungstechnik, Stabilität, Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Robustheit, Reglerentwurfsverfahren im Zeit- und Frequenzbereich, Beobachterentwurf</p> <p><b>Praktikum:</b>                      Implementierung der in der Vorlesung Einführung in die Regelungstechnik erlernten Reglerentwurfsverfahren an praktischen Laborversuchen</p> <p><b>Projektwettbewerb:</b>                      Lösen einer konkreten Regelungsaufgabe in einer vorgegebenen Zeit in Gruppen</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lunze, J.. Regelungstechnik 1. Springer Verlag, 2004</li> <li>• Horn, M. und Dourdoumas, N. Regelungstechnik., Pearson Studium, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120401 Vorlesung Einführung in die Regelungstechnik</li> <li>• 120402 Gruppenübung Einführung in die Regelungstechnik</li> <li>• 120403 Praktikum Einführung in die Regelungstechnik</li> <li>• 120404 Projektwettbewerb Einführung in die Regelungstechnik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h		

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 117h  
Gesamt: 180h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 12041 Einführung in die Regelungstechnik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li><li>• 12042 Einführung in die Regelungstechnik - Praktikum: Anwesenheit mit Kurztest (USL), Sonstige, Gewichtung: 1</li><li>• 12043 Einführung in die Regelungstechnik - Projektwettbewerb: erfolgreiche Teilnahme (USL), Sonstige, Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	Mehrgrößenregelung
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik

---

## Modul: 12130 Strömungslehre I

2. Modulkürzel:	060100009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer		
9. Dozenten:	Ewald Krämer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-III, Physik und Grundlagen der Elektrotechnik, Technische Mechanik I-II		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die relevanten physikalischen Größen, die die Eigenschaften, Strömungszustände und Zustandsänderungen von Fluiden beschreiben</li> <li>• können die fundamentalen Zusammenhänge und Abhängigkeiten dieser phys. Größen für einfache Strömungsvorgänge, sowie strömungsphänomenologische Besonderheiten inkompressibler Strömungen erkennen und beschreiben</li> <li>• kennen die drei fundamentalen Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik und deren Gültigkeitsbereiche sowie die zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien</li> <li>• kennen die aus den allg. Gleichungen für Massen- und Impulserhaltung abgeleiteten Näherungsbeziehungen und die Annahmen, die zur den jeweiligen Vereinfachungen geführt haben</li> <li>• sind in der Lage, einfache inkompressible Strömungsprobleme zu berechnen, indem sie abschätzen, welche Näherungen/ Annahmen getroffen werden können, die passenden Gleichungen auswählen und diese auf das Strömungsproblem anwenden.</li> <li>• sind in der Lage, dank des erworbenen physikalischen Verständnisses, Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und auf Plausibilität zu überprüfen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Strömungslehre: Grundbegriffe, Definitionen, Eigenschaften von Fluiden, Zustandsgrößen und Zustandsänderungen, math. Grundlagen</li> <li>• Hydrostatik und Aerostatik</li> <li>• Grundlagen der Fluidodynamik: Eulersche und Lagrangesche Betrachtungsweise, substantielle Ableitung, Darstellungsformen</li> <li>• Herleitung der Erhaltungssätze für Masse und Impuls: Integrale und differentielle Form, Stromfaden und Stromröhre, Reynoldssches Transporttheorem</li> <li>• Anwendung der Erhaltungssätze für inkompressible Fluide an konkreten Beispielen</li> <li>• Impulssatz für reibungsfreie Strömung: Herleitung der Eulergleichungen, Herleitung und Anwendung der Bernoulligleichung</li> </ul>		

- Impulssatz für reibungsbehaftete Strömungen: Herleitung der Navier-Stokes-Gleichungen, Lösungen für lineare Fälle, Ähnlichkeitstheorie, Grenzschichtgleichungen, laminare Plattengrenzschicht
- Turbulente Strömungen: Umschlag laminar / turbulent, Herleitung der Reynoldsgleichungen, mittlere Geschwindigkeitsverteilung in Wandnähe, turbulente Plattengrenzschicht
- Rohrströmung mit Verlusten
- Strömungsablösung
- Technische Anwendungen: Diffusor, Düse, Krümmer

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics, McGraw-Hill, 2001</li> <li>• Krause, E.: Strömungslehre, Gasdynamik und Aerodynamisches Labor, Teubner, 2003</li> <li>• Kuhlmann, H.: Strömungsmechanik, Pearson Studium, 2007</li> <li>• White, F.M.: Fluid Mechanics, 6. Aufl., McGraw-Hill, 2008</li> <li>• Schlichting, H.: Grenzschichttheorie, 8. Aufl., Braun, 1982</li> <li>• Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik, 2 Bände, Springer, 1980</li> <li>• Nitsche, W., Brunn, A.: Strömungsmesstechnik, 2. Aufl., Springer, 2006</li> <li>• Skript, Foliensatz</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 121301 Vorlesung Strömungslehre I</li> <li>• 121302 Vortragsübungen Strömungslehre I</li> <li>• 121303 Tutorium Strömungslehre I</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 55h                  Selbststudium/Nacharbeitszeit: 125h                  Gesamt: 180h</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>12131 Strömungslehre I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1                  (40 min Kurzfragen ohne Hilfsmittel, 80 min Aufgaben mit Hilfsmitteln)</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	<p>PowerPoint, Overhead-Projektor, Visualizer, Kurzvideos, praktische Versuche.</p>
20. Angeboten von:	<p>Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen</p>

---

## Modul: 12250 Numerische Methoden der Dynamik

2. Modulkürzel:	072810005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Mathematik und Mechanik		
12. Lernziele:	<p>Nach erfolgreichem Besuch des Moduls Numerische Methoden der Dynamik besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse über numerische Methoden und haben ein gutes Verständnis der wichtigsten Zusammenhänge numerischer Methoden in der Dynamik. Somit sind sie einerseits in der Lage in kommerziellen Numerik-Programmen implementierte numerische Methoden selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht anwenden zu können und andererseits können sie auch eigene Algorithmen auf dem Computer implementieren.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die numerischen Methoden zur Behandlung mechanischer Systeme</li> <li>• Grundlagen der numerischen Mathematik: Numerische Prinzipie, Maschinenzahlen, Fehleranalyse</li> <li>• Lineare Gleichungssysteme: Cholesky-Zerlegung, Gauß-Elimination, LR-Zerlegung, QR-Verfahren, iterative Methoden bei quadratischer Koeffizientenmatrix, Lineares Ausgleichsproblem</li> <li>• Eigenwertproblem: Grundlagen, Normalformen, Vektoriteration, Berechnung von Eigenwerten mit dem QR-Verfahren, Berechnung von Eigenvektoren</li> <li>• Anfangswertproblem bei gewöhnlichen Differentialgleichungen: Grundlagen, Einschrittverfahren (Runge-Kutta Verfahren)</li> <li>• Werkzeuge und numerische Bibliotheken: für lineare Gleichungssysteme, Eigenwertprobleme und Anfangswertprobleme. Theorie und Numerik in der Anwendung - ein Vergleich</li> <li>• 2 Versuche aus dem Angebot des Instituts (u.a. Virtual Reality, Hardware-in-the-loop, Schwingungsmessung), Pflicht falls als Kompetenzfeld gewählt, ansonsten freiwillige Teilnahme</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsmitschrieb</li> <li>• Vorlesungsunterlagen des ITM</li> <li>• H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery: Numerical Recipes in FORTRAN. Cambridge: Cambridge University Press, 1992</li> <li>• H.-R. Schwarz, N. Köckler: Numerische Mathematik. Stuttgart: Teubner, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 122501 Vorlesung Numerische Methoden der Dynamik</li> <li>• 122502 Übung Numerische Methoden der Dynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit bzw. Versuche: 138 h</p>		

Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:	12251 Numerische Methoden der Dynamik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer, Tablet-PC, Computervorführungen
20. Angeboten von:	Technische Mechanik

---

## Modul: 12260 Mehrgrößenregelung

2. Modulkürzel:	074810020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Frank Allgöwer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Regelungstechnik (oder äquivalente Vorlesung)		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Konzepte, die in der Vorlesung Einführung in die Regelungstechnik vermittelt werden, auf Mehrgrößensysteme anwenden,</li> <li>• haben umfassende Kenntnisse zur Analyse und Synthese linearer Regelkreise mit mehreren Ein- und Ausgängen im Zeit- und Frequenzbereich,</li> <li>• können aufgrund theoretischer Überlegungen Regler für dynamische Mehrgrößensysteme entwerfen und validieren.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Modellierung von Mehrgrößensystemen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsraumdarstellung,</li> <li>• Übertragungsmatrizen.</li> </ul> <p><b>Analyse von Mehrgrößensystemen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte mathematische Grundlagen aus der Funktionalanalysis und linearen Algebra,</li> <li>• Stabilität, invariante Unterräume,</li> <li>• Singulärwerte-Diagramme,</li> <li>• Relative Gain Array (RGA).</li> </ul> <p><b>Synthese von Mehrgrößensystemen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reglerentwurf im Frequenzbereich: Verallgemeinertes Nyquist Kriterium, Direct Nyquist Array (DNA) Verfahren,</li> <li>• Reglerentwurf im Zeitbereich: Steuerungsinvarianz, Störkopplung.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Lunze, J. (2010). Regelungstechnik 2. Springer.</li> <li>2) Skogestad, S. und Postlethwaite, I. (2005). Multivariable Feedback Control. Wiley.</li> </ol>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 122601 Vorlesung Mehrgrößenregelung mit Übung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62h <b>Gesamt: 90h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	12261 Mehrgrößenregelung (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Systemtheorie und Regelungstechnik

---

## Modul: 12320 Technische Thermodynamik I

2. Modulkürzel:	042100011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematische Grundkenntnisse in Differential- und Integralrechnung		
12. Lernziele:	Die Studierenden <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: <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>• Dissipation</li> <li>• Ausgewählte Modellprozesse: Reversible Prozesse, einfache Kreisprozesse, Gasturbine, Verbrennungsmotoren etc.</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>• 123201 Vorlesung Technische Thermodynamik I</li><li>• 123202 Vortragsübung Technische Thermodynamik I</li><li>• 123203 Gruppenübung Technische Thermodynamik I</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	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 I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li></ul> Prüfungsvoraussetzung: USL-V (Details hierunten, Punkt V, Vorleistung).
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Der Veranstaltungsinhalt wird als Tafelanschrieb entwickelt, ergänzt um Präsentationsfolien und Beiblätter.
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik

## Modul: 13570 Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme

2. Modulkürzel:	073310001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Möhring		
9. Dozenten:	Uwe Heisel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	TM I - III, KL I - IV, Fertigungslehre		
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen den konstruktiven Aufbau und die Funktionseinheiten von spanenden Werkzeugmaschinen und Produktionssystemen sowie die Formeln zu deren Berechnung, sie wissen, wie Werkzeugmaschinen und deren Funktionseinheiten funktionieren, sie können deren Aufbau und Funktionsweise erklären und die Formeln zur Berechnung von Werkzeugmaschinen anwenden		
13. Inhalt:	<p>Überblick, wirtschaftliche Bedeutung von Werkzeugmaschinen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Anforderungen, Trends und systematischen Einteilung -</li> <li>Beurteilung der Werkzeugmaschinen - Einführung in die Zerspanungslehre, Übungen - Berechnen und Auslegen von Werkzeugmaschinen (mit FEM) - Baugruppen der Werkzeugmaschinen - Drehmaschinen und Drehzellen - Bohr- und Fräsmaschinen, Bearbeitungszentren - Maschinen für die Komplettbearbeitung - Ausgewählte Konstruktionen spanender Werkzeugmaschinen - Maschinen zur Gewinde- und Verzahnungsherstellung - Maschinen zur Blechbearbeitung - Erodiermaschinen - Maschinen für die Strahlbearbeitung - Maschinen für die Feinbearbeitung - Maschinen für die HSC-Bearbeitung - Rundtaktmaschinen und Transferstrassen - Maschinen mit paralleler Kinematik - Rekonfigurierbare Maschinen, Flexible Fertigungssysteme</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Skript, Vorlesungsunterlagen im Internet, alte Prüfungsaufgaben</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perovic, B.: Spanende Werkzeugmaschinen. 2009 Berlin: Springer-Verlag.</li> <li>2. Perovic, B.: Handfuch Werkzeugmaschinen.2006 München: Hanser-Fachbuchverlag.</li> <li>4. Spur, G., Stöferle, Th.: Handbuch der Fertigungstechnik. 6 Bände in 10 Teilbänden. 1979 - 1987 München: Hanser-Verlag.</li> <li>5. Tschätsch, H.: Werkzeugmaschinen der spanlosen und spanenden Formgebung. 2003 München: Hanser-Fachbuchverlag.</li> <li>6. Westkämper, E., Warnecke, H.-J.: Einführung in die Fertigungstechnik. 2010 Stuttgart: Vieweg + Teubner Verlag.</li> <li>7. Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Berlin: Springer-Verlag:</li> <li>8. Witte, H.: Werkzeugmaschinen. Kamprath-Reihe: Technik kurz und bündig. 1994 Würzburg: Vogel-Verlag.</li> </ol>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 135701 Vorlesung Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h		

Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h  
Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 13571 Werkzeugmaschinen und Produktionssysteme (PL),  
Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Medienmix: Präsentation, Tafelanschrieb, Videoclips

---

20. Angeboten von: Werkzeugmaschinen

---

## Modul: 13590 Kraftfahrzeuge I + II

2. Modulkürzel:	070800001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Nils Widdecke		
9. Dozenten:	Jochen Wiedemann Nils Widdecke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse aus den Fachsemestern 1 bis 4		
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die KFZ Grundkomponenten, Fahrwiderstände sowie Fahrgrenzen. Sie können KFZ Grundgleichungen im Kontext anwenden. Die Studenten wissen um die Vor- und Nachteile von Fahrzeug- Antriebs- und Karosseriekonzepte.		
13. Inhalt:	Historie des Automobils, Kfz-Entwicklung, Karosserie, Antriebskonzepte, Fahrleistungen - und widerstände, Leistungsangebot, Fahrgrenzen, Räder und Reifen, Bremsen, Kraftübertragung, Fahrwerk, alternative Antriebskonzepte Wichtig: Ab WS2015/16 ist die Prüfung ohne Hilfsmittel zu absolvieren.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiedemann, J.: Kraftfahrzeuge I+II, Vorlesungsumdruck,</li> <li>• Braess, H.-H., Seifert, U.: Handbuch Kraftfahrzeugtechnik , Vieweg, 2007</li> <li>• Bosch: Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 26. Auflage, Vieweg, 2007</li> <li>• Reimpell, J.: Fahrwerkstechnik: Grundlagen, Vogel-Fachbuchverlag, 2005</li> <li>• Basshuysen, R. v., Schäfer, F.: Handbuch Verbrennungsmotor, Vieweg, 2007</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 135901 Vorlesung Kraftfahrzeuge I + II</li> <li>• 135902 Übung Kraftfahrzeuge I + II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung, Selbststudium		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	13591 Kraftfahrzeuge I + II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	PPT-Präsentation		
20. Angeboten von:	Kraftfahrwesen		

## Modul: 13780 Regelungs- und Steuerungstechnik

2. Modulkürzel:	074810070	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Frank Allgöwer Christian Ebenbauer Oliver Sawodny Armin Lechler Matthias Müller		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	HM I-III		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können lineare dynamische Systeme analysieren,</li> <li>• können lineare dynamische Systeme auf deren Struktureigenschaften untersuchen und Aussagen über mögliche Regelungs- und Steuerungskonzepte treffen,</li> <li>• können einfache Regelungs- und Steuerungsaufgaben für lineare Systeme lösen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Vorlesung "Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik" :</b> Fourier-Reihe, Fourier-Transformation, Laplace-Transformation, Testsignale, Blockdiagramme, Zustandsraumdarstellung</p> <p><b>Vorlesung "Einführung in die Regelungstechnik":</b> Systemtheoretische Konzepte der Regelungstechnik, Stabilität (Nyquist-, Hurwitz- und Small-Gain-Kriterium,...), Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Robustheit, Reglerentwurfsverfahren im Zeit- und Frequenzbereich (PID, Polvorgabe, Vorfilter,...), Beobachterentwurf</p> <p><b>Vorlesung "Steuerungstechnik mit Antriebstechnik":</b> Steuerungsarten (mechanisch, fluidisch, Kontaktsteuerung, SPS, Motion Control, Numerische Steuerung, Robotersteuerung, Leitsteuerung): Aufbau, Architektur, Funktionsweise, Programmierung. Darstellung und Lösung steuerungstechnischer Problemstellungen. Grundlagen der in der Automatisierungstechnik verwendeten Antriebssysteme</p> <p><b>Bemerkung 1:</b> Es ist einer der beiden folgenden Blöcke zu wählen: Block 1: Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik und Einführung in die Regelungstechnik Block 2: Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik und Steuerungstechnik mit Antriebstechnik</p> <p><b>Bemerkung 2 (Prüfungsanmeldung):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende der <b>Erneuerbaren Energien</b> müssen die Prüfung <b>Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik</b> bei <b>Univ.-Prof. Oliver Sawodny</b> ablegen.</li> </ul>		

- Studierende **anderer Studiengänge** müssen die Prüfung **Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik** bei **Univ.-Prof. Christian Ebenbauer** ablegen.

---

14. Literatur:

Vorlesung "Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik"

- Föllinger, O.: Laplace-, Fourier- und z-Transformation. 7. Aufl., Hüthig Verlag 1999
- Preuss, W.: Funktionaltransformationen - Fourier-, Laplace- und Z-Transformation. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag 2002
- Unbehauen, R.: Systemtheorie 1. Oldenbourg 2002
- Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer Verlag 2006

Vorlesung "Einführung in die Regelungstechnik"

- Lunze, J.. Regelungstechnik 1. Springer Verlag, 2004
- Horn, M. und Dourdoumas, N. Regelungstechnik., Pearson Studium, 2004.

Vorlesung "Steuerungstechnik mit Antriebstechnik"

- Pritschow, G.: Einführung in die Steuerungstechnik, Carl Hanser Verlag, München, 2006

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 137801 Vorlesung Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik
- 137803 Vorlesung Einführung in die Regelungstechnik
- 137804 Vorlesung Steuerungstechnik mit Antriebstechnik
- 137802 Vorlesung Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik (Erneuerbare Energien, Verfahrenstechnik)

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42h  
Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h  
Gesamt: 180h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 13781 Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- 13782 Einführung in die Regelungstechnik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- 13783 Steuerungstechnik mit Antriebstechnik (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1

**Ermittlung der Modulnote:**

Block 1:

Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik 50%  
Einführung in die Regelungstechnik 50%

Block 2:

Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik 50%  
Steuerungstechnik mit Antriebstechnik 50%

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Systemtheorie und Regelungstechnik

---

## Modul: 14010 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung

2. Modulkürzel:	041710001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Bonten		
9. Dozenten:	Prof. Dr.-Ing. Christian Bonten		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden werden Kenntnisse über werkstoffkundliche Grundlagen auffrischen, wie z. B. dem chemischen Aufbau von Polymeren, Schmelzeverhalten, sowie die unterschiedlichen Eigenschaften des Festkörpers. Darüber hinaus kennen die Studierenden die Kunststoffverarbeitungstechniken und können vereinfachte Fließprozesse mit Berücksichtigung thermischer und rheologischer Zustandsgleichungen analytisch/numerisch beschreiben. Durch die Einführungen in Faserkunststoffverbunde (FKV), formlose Formgebungsverfahren, Schweißen und Thermoformen sowie Aspekte der Nachhaltigkeit werden die Studierenden das Grundwissen der Kunststofftechnik erweitern. Die zu der Vorlesung gehörenden Workshops helfen den Studierenden dabei, Theorie und Praxis zu vereinen.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung der Grundlagen: Einleitung zur Kunststoffgeschichte, die Unterteilung und wirtschaftliche Bedeutung von Polymerwerkstoffen, chemischer Aufbau und Struktur vom Monomer zu Polymer</li> <li>• Erstarrung und Kraftübertragung der Kunststoffe</li> <li>• Rheologie und Rheometrie der Polymerschmelze</li> <li>• Eigenschaften des Polymerfestkörpers: elastisches, viskoelastisches Verhalten der Kunststoffe, thermische, elektrische und weitere Eigenschaften, Methoden zur Beeinflussung der Polymereigenschaften, Alterung der Kunststoffe</li> <li>• Grundlagen zur analytischen Beschreibung von Fließprozessen: physikalische Grundgleichungen, rheologische und thermische Zustandsgleichungen</li> <li>• Einführung in die Kunststoffverarbeitung: Extrusion, Spritzgießen und Verarbeitung vernetzender Kunststoffe</li> <li>• Einführung in die Faserkunststoffverbunde und formlose Formgebungsverfahren</li> <li>• Einführung der Weiterverarbeitungstechniken: Thermoformen, Beschichten, Fügetechnik</li> <li>• Nachhaltigkeitsaspekte: Biokunststoffe und Recycling</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Präsentation in pdf-Format  C. Bonten: <i>Kunststofftechnik - Einführung und Grundlagen</i> , 2. Auflage, Hanser  W. Michaeli, E. Haberstroh, E. Schmachtenberg, G. Menges: <i>Werkstoffkunde Kunststoffe</i> , Hanser  W. Michaeli: <i>Einführung in die Kunststoffverarbeitung</i> , Hanser</p>		

G. Ehrenstein: *Faserverbundkunststoffe, Werkstoffe - Verarbeitung - Eigenschaften*, Hanser

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 140101 Vorlesung Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14011 Kunststofftechnik - Grundlagen und Einführung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Charakterisierung von Polymeren und Kunststoffen Faserkunststoffverbunde Fließeigenschaften von Kunststoffschmelzen - Rheologie der Kunststoffe Konstruieren mit Kunststoffen Kunststoff-Werkstofftechnik Kunststoffaufbereitung und Kunststoffrecycling Kunststoffe in der Medizintechnik Kunststoffverarbeitungstechnik (1 und 2) Simulation in der Kunststoffverarbeitung Technologiemanagement für Kunststoffprodukte
19. Medienform:	• Beamer-Präsentation • Tafelanschiebe
20. Angeboten von:	Kunststofftechnik

---

## Modul: 14130 Kraftfahrzeugmechatronik I + II

2. Modulkürzel:	070800002	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Reuß		
9. Dozenten:	Hans-Christian Reuß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse aus den Fachsemestern 1 bis 4		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten kennen mechatronische Komponenten in Automobilen, können Funktionsweisen und Zusammenhänge erklären.</p> <p>Die Studenten können Entwicklungsmethoden für mechatronische Komponenten im Automobil einordnen und anwenden. Wichtige Entwicklungswerkzeuge können sie nutzen.</p>		
13. Inhalt:	<p><b>VL Kfz-Mech I:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kraftfahrzeugspezifische Anforderungen an die Elektronik</li> <li>• Bordnetz (Energiemanagement, Generator, Starter, Batterie, Licht)</li> <li>• Motorelektronik (Zündung, Einspritzung)</li> <li>• Getriebeelektronik</li> <li>• Lenkung</li> <li>• ABS, ASR, ESP, elektromechanische Bremse, Dämpfungsregelung, Reifendrucküberwachung</li> <li>• Sicherheitssysteme (Airbag, Gurt, Alarmanlage, Wegfahrsperr)</li> <li>• Komfortsysteme (Tempomat, Abstandsregelung, Klimaanlage)</li> </ul> <p><b>VL Kfz-Mech II:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen mechatronischer Systeme (Steuerung/Regelung, diskrete Systeme, Echtzeitsysteme, eingebettete Systeme, vernetzte Systeme)</li> <li>• Systemarchitektur und Fahrzeugentwicklungsprozesse</li> <li>• Kernprozess zur Entwicklung von mechatronischen Systemen und Software (Schwerpunkt V-Modell)</li> </ul> <p><b>Laborübungen Kraftfahrzeugmechatronik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapid Prototyping (Simulink)</li> <li>• Modellbasierte Funktionsentwicklung mit TargetLink</li> <li>• Elektronik</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Vorlesungsumdruck: "Kraftfahrzeugmechatronik I" (Reuss) Schäuffele, J., Zurawka, T.: "Automotive Software Engineering" Vieweg, 2006</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 141302 Vorlesung Kraftfahrzeugmechatronik II</li> <li>• 141301 Vorlesung Kraftfahrzeugmechatronik I</li> <li>• 141303 Laborübungen Kraftfahrzeugmechatronik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung, Laborübungen, Selbststudium		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	14131 Kraftfahrzeugmechatronik I + II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Vorlesung (Beamer), Laborübungen (am PC, betreute Zweiergruppen)
20. Angeboten von:	Kraftfahrzeugmechatronik

---

## Modul: 14150 Leichtbau

2. Modulkürzel:	041810002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Weihe		
9. Dozenten:	Stefan Weihe Michael Seidenfuß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Festigkeitslehre</li> <li>• Werkstoffkunde I und II</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage anhand des Anforderungsprofils leichte Bauteile durch Auswahl von Werkstoff, Herstell- und Verarbeitungstechnologie zu generieren. Sie können eine Konstruktion bezüglich ihres Gewichtsoptimierungspotentials beurteilen und gegebenenfalls verbessern. Die Studierenden sind mit den wichtigsten Verfahren der Festigkeitsberechnung, der Herstellung und des Fügens vertraut und können Probleme selbstständig lösen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkstoffe im Leichtbau</li> <li>• Festigkeitsberechnung</li> <li>• Konstruktionsprinzipien</li> <li>• Stabilitätsprobleme: Knicken und Beulen</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Zuverlässigkeit</li> <li>• Recycling</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuskript zur Vorlesung</li> <li>- Ergänzende Folien (online verfügbar)</li> <li>- Klein, B.: Leichtbau-Konstruktion, Vieweg Verlagsgesellschaft</li> <li>- Petersen, C.: Statik und Stabilität der Baukonstruktionen, Vieweg Verlagsgesellschaft</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 141502 Leichtbau Übung</li> <li>• 141501 Vorlesung Leichtbau</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14151 Leichtbau (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	PPT auf Tablet PC, Animationen u. Simulationen		
20. Angeboten von:	Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre		

## Modul: 14180 Numerische Strömungssimulation

2. Modulkürzel:	041610002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Eckart Laurien		
9. Dozenten:	Eckart Laurien Albert Ruprecht		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Numerik, Strömungsmechanik oder Technische Strömungslehre		
12. Lernziele:	Studenten besitzen fundiertes Wissen über die Vorgehensweise, die mathematisch/physikalischen Grundlagen und die Anwendung der numerischen Strömungssimulation (CFD, Computational Fluid Dynamics) einschließlich der Auswahl der Turbulenzmodelle, sie sind in der Lage die fachgerechte Erweiterung, Verifikation und Validierung problemangepasster Simulationsrechnungen vorzunehmen		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 Einführung <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1 Beispiel: Rohrkrümmer <ul style="list-style-type: none"> <li>1.1.1 Einführende Demonstration</li> <li>1.1.2 Modellierung und Simulation in der Strömungsmechanik</li> <li>1.1.3 Strömungsphänomene in Rohrkrümmern</li> <li>1.1.4 Vorbereitung und Durchführung</li> </ul> </li> <li>2 Vorgehensweise <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1 Physikalische Beschreibung <ul style="list-style-type: none"> <li>2.1.1 Fluide und ihre Eigenschaften</li> <li>2.1.2 Kompressibilität einer Gasströmung</li> <li>2.1.3 Turbulenz</li> <li>2.1.4 Dimensionsanalyse</li> <li>2.1.5 Ausgebildete laminare Rohrströmung</li> </ul> </li> <li>2.2 Mathematische Formulierung <ul style="list-style-type: none"> <li>2.2.1 Eindimensionale Grundgleichungen der Stromfadentheorie</li> <li>2.2.2 Ableitung der Navier-Stokes Gleichungen</li> <li>2.2.3 Randbedingungen</li> <li>2.2.4 Analytische Lösungen</li> <li>2.2.5 Navier-Stokes Gleichungen für kompressible Strömung</li> </ul> </li> <li>2.3 Diskretisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>2.3.1 Finite-Differenzen Methode für die Poissongleichung</li> <li>2.3.2 Grundlagen der Finite-Volumen Methode</li> </ul> </li> <li>2.4 Koordinatentransformation und Netzgenerierung <ul style="list-style-type: none"> <li>2.4.1 Klassifizierung numerischer Netze</li> <li>2.4.2 Netze für komplexe Geometrien</li> </ul> </li> <li>2.5 Simulationsprogramme <ul style="list-style-type: none"> <li>2.5.1 Übersicht</li> <li>2.5.2 Das Rechenprogramm Ansys-CFX</li> <li>2.5.3 Das Rechenprogramm Open Foam</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>3 Grundgleichungen und Modelle <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1 Beschreibung auf Molekülebene <ul style="list-style-type: none"> <li>3.1.1 Gaskinetische Simulationsmethode</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>		

- 3.2 Laminare Strömungen
  - 3.2.1 Hierarchie der Grundgleichungen
  - 3.2.2 Die Euler-Gleichungen der Gasdynamik
  - 3.2.3 Energiegleichung
  - 3.2.4 Navier-Stokes Gleichungen für inkompressible Strömungen
- 3.3 Turbulente Strömungen
  - 3.3.1 Visualisierung turbulenter Strömungen
  - 3.3.2 Direkte Numerische Simulation
  - 3.3.3 Reynoldsgleichungen für Turbulente Strömungen
  - 3.3.4 Prandtl'sches Mischungswegmodell
  - 3.3.5 Algebraische Turbulenzmodelle
  - 3.3.6 Zweigleichungs-Transportmodelle
  - 3.3.7 Sekundärströmungen
  - 3.3.8 Reynoldsspannungemodelle
  - 3.3.9 Klassifikation von Turbulenzmodellen
  - 3.3.10 Grobstruktursimulation
- 4 Qualität und Genauigkeit
  - 4.1 Anforderungen
    - 4.1.1 Fehler und Genauigkeit
    - 4.1.2 Anforderungen der Strömungsphysik
    - 4.1.3 Anforderungen des Ingenieurwesens
  - 4.2 Numerische Fehler und Verifikation
    - 4.2.1 Rundungsfehler
    - 4.2.2 Numerische Diffusion
    - 4.2.3 Netzabhängigkeit einer Lösung
  - 4.3 Modellfehler und Validierung
    - 4.3.1 Arbeiten mit Wandfunktionen
    - 4.3.2 Beispiel: Rohrabzweig

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Laurien und H. Oertel jr.: Numerische Strömungsmechanik - Grundgleichungen und Modelle - Lösungsmethoden - Qualität und Genauigkeit, 5. Auflage, Springer Vieweg (2013)</li> <li>• alle Vorlesungsfolien in ILIAS verfügbar</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 141801 Vorlesung und Übung Numerische Strömungssimulation</li> <li>• 141802 Praktikum Numerische Strömungssimulation</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 45h + Nacharbeitszeit: 131h + Praktikumszeit: 4 h = 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14181 Numerische Strömungssimulation (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 keine Hilfsmittel zugelassen
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	ppt-Folien (30 %), Tafel und Kreide (65 %), Computerdemonstration (5%) Manuskripte online
20. Angeboten von:	Thermofluiddynamik

---

## Modul: 14710 Funktionalanalysis

2. Modulkürzel:	080200005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Timo Weidl		
9. Dozenten:	Jürgen Pöschel Peter Lesky Timo Weidl Marcel Griesemer Jens Wirth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Orientierungsprüfung</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: Analysis3, Höhere Analysis, Topologie</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis und Umgang mit den Strukturen unendlichdimensionaler Räume.</li> <li>• Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Analysis, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsthemen dienen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Topologische und metrische Räume, Konvergenz, Kompaktheit, Separabilität, Vollständigkeit, stetige Funktionen, Lemma von Arzela-Ascoli, Satz von Baire und das Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit, normierte Räume, Hilberträume, Satz von Hahn und Banach, Fortsetzungs- und Trennungssätze, duale Räume, Reflexivität, Prinzip der offenen Abbildung und Satz vom abgeschlossenen Graphen, schwache Topologien, Eigenschaften der Lebesgue-Räume, verschiedene Arten der Konvergenz von Funktionenfolgen, Dualräume von Funktionenräumen, Spektrum linearer Operatoren, Spektrum und Resolvente, kompakte Operatoren.		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 147101 Vorlesung Funktionalanalysis</li> <li>• 147102 Übung Funktionalanalysis</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14711 Funktionalanalysis (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Analysis und Mathematische Physik

---

## Modul: 14740 Partielle Differentialgleichungen (Modellierung, Analysis, Simulation)

2. Modulkürzel:	080300006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:	Christian Rohde Kunibert Gregor Siebert Bernard Haasdonk Dominik Göddeke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Auflagen M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Auflagen		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Orientierungsprüfung</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: Höhere Analysis, Numerische Mathematik 2</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen zur Behandlung von partiellen Differentialgleichungen.</li> <li>• Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Analysis bzw. Numerik, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsthemen dienen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Modellierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung elementarer Typen aus Anwendungen.</li> </ul> <p><b>Analysis:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizierung linearer partieller Differentialgleichungen, elementare Lösungstechniken (Fundamentallösungen, Wellen,...), klassische Existenztheorie in Hölderräumen, schwache Existenztheorie in Sobolevräumen, Asymptotik und qualitatives Verhalten.</li> </ul> <p><b>Numerik:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Finite-Differenzen Verfahren, Finite-Elemente Verfahren, effiziente Gleichungslöser. Datenstrukturen, Gittererzeugung.</li> </ul>		
14. Literatur:	<i>Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.</i>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 147401 Vorlesung Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• 147402 Übungen zur Vorlesung Partielle Differentialgleichungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14741 Partielle Differentialgleichungen (Modellierung, Analysis, Simulation) (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Angewandte Mathematik

---

## Modul: 14750 Einführung in die Optimierung

2. Modulkürzel:	080600003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Carsten Scherer		
9. Dozenten:	Carsten Scherer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Numerische Mathematik 1		
12. Lernziele:	Die Studenten verfügen über grundlegende Kenntnisse der Theorie und der numerischen Behandlung von Optimierungsproblemen.		
13. Inhalt:	- Modellierung praktischer Fragestellungen als Optimierungsprobleme - Behandlung unrestringierter nichtlinearer Optimierungsprobleme (z. B. Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Newton-Verfahren, Newton-artige und Quasi-Newton-Verfahren, Globalisierung lokal konvergenter Verfahren, Ausgleichsprobleme) - Ausblick auf die restringierte Optimierung (z. B. Lineare Optimierung, Optimalitätsbedingungen und ausgewählte numerische Verfahren für nichtlineare restringierte Probleme) und globale Optimierung		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 147502 Übungen zur Vorlesung Einführung in die Optimierung</li> <li>• 147501 Vorlesung Einführung in die Optimierung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 63 h Selbststudium 207 h <b>Gesamt: 270 h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14751 Einführung in die Optimierung (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 schriftlich 120 min oder mündlich 30 min		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Systemtheorie		

## Modul: 14760 Finite Elemente

2. Modulkürzel:	080500001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Klaus Höllig		
9. Dozenten:	Klaus Höllig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in Numerischer Mathematik		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in der Approximation elliptischer Randwertprobleme mit Finiten Elementen, Theorie und Implementierung numerischer Verfahren.</li> <li>• Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Numerik, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsfragen dienen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Theoretische Grundlagen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobolev-Räume, elliptische Probleme, Ritz-Galerkin-Verfahren, Satz von Lax-Milgram, Fehlerabschätzungen.</li> </ul> <p><b>Basis-Funktionen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzgenerierung, Typen Finiter Elemente, Approximationseigenschaften, Datenstrukturen.</li> </ul> <p><b>Anwendungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poisson-Problem mit verschiedenen Randbedingungen, lineare Elastizität, Platten und Schalen.</li> </ul> <p><b>Mehrgitterverfahren:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hierarchische Basen, Implementierung, Konvergenz.</li> </ul>		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 147601 Vorlesung Finite Elemente</li> <li>• 147602 Übung Finite Elemente</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14761 Finite Elemente (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Numerik und geometrische Modellierung		

## Modul: 14780 Stochastische Prozesse

2. Modulkürzel:	080600004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Hesse		
9. Dozenten:	Ingo Steinwart Jürgen Dippon Christian Hesse		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Orientierungsprüfung</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: Wahrscheinlichkeitstheorie</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse in Theorie und Anwendung stochastischer Prozesse.</li> <li>• Fähigkeit zur Modellierung zeitabhängiger zufälliger Vorgänge.</li> <li>• Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Stochastik, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsfragen dienen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Markov-Ketten mit Anwendungen, Irrfahrten, Erneuerungstheorie, Warteschlangen, Markov-Prozesse (Diffusions-, Wiener-, Markovsche Sprung-, Poisson-, Verzweigungs-, Geburts- und Todesprozesse), Stationäre Prozesse, Gauß-Prozesse.		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 147801 Vorlesung Stochastische Prozesse</li> <li>• 147802 Übung Stochastische Prozesse</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14781 Stochastische Prozesse (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Stochastik		

## Modul: 14800 Finanzmathematik 1

2. Modulkürzel:	080600006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Jürgen Dippon		
9. Dozenten:	Jürgen Dippon Christian Hesse Uta Renata Freiberg		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Zulassungsvoraussetzung: Orientierungsprüfung</i> <i>Inhaltliche Voraussetzung: Wahrscheinlichkeitstheorie</i>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis grundlegender Vorgehensweisen der Finanzmathematik, insbesondere bei der Bewertung verschiedener Finanzprodukte.</li> <li>• Fähigkeit zur Anwendung wahrscheinlichkeitstheoretischer Konzepte auf Praxisbeispielen.</li> <li>• Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Stochastik, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsfragen dienen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Finanzmärkte, derivate Instrumente, Arbitrage, vollständige Märkte. Risikoneutrale Bewertung, äquivalente Martingalmaße. Zeitdiskrete Modelle, Cox-Ross-Rubinstein-Modell, Amerikanische Optionen. Zeitstetige Modelle, stochastische Integrale, Ito-Formel, stochastische Differentialgleichungen. Black-Scholes-Modell, Bewertung verschiedener Optionen.		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 148001 Vorlesung Finanzmathematik 1</li> <li>• 148002 Übung Finanzmathematik 1</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h <b>Gesamt: 270h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 14801 Finanzmathematik 1 (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min.</li> </ul> Prüfungsvorleistung: Übungsschein		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastik		

## Modul: 14980 Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen

2. Modulkürzel:	021420004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Rainer Helmig Wolfgang Nowak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mechanik der inkompressiblen und kompressiblen Fluide, Grundlagen der numerischen Methoden der Fluidmechanik, Grundlagen zu Austausch- und Transportprozessen in technischen und natürlichen Systemen (z.B. Grund- und Oberflächengewässer, Rohrleitungssysteme).		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen das notwendige hydrodynamische, physikalische und chemische Prozess- und Systemverständnis, um umweltrelevante Fragen der Wasser- und Luftqualität in natürlichen und technischen Systemen beantworten zu können.		
13. Inhalt:	Die Veranstaltung befasst sich mit dem Wärme- und Stoffhaushalt natürlicher und technischer Systeme. Dies beinhaltet Transportvorgänge in Seen, Flüssen und im Grundwasser, Prozesse der Wärme und Stoffübertragung zwischen Umweltkompartimenten sowie zwischen unterschiedlichen Phasen (z.B. Sorption, Lösung), Stoffumwandlungsprozesse in aquatischen Systemen und die quantitative Beschreibung dieser Prozesse. Neben klassischen Einfluidphasen-Systemen werden auch mehrphasige Strömungs- und Transportprozesse in porösen Medien betrachtet. Durch eine gezielte Gegenüberstellung von ein- und mehrphasigen Fluidsystemen werden die unterschiedlichen Modellkonzepte diskutiert und bewertet. Die Skalenabhängigkeit des Lösungsverhaltens wird an ausgewählten Beispielen ( z.B. CO <sub>2</sub> - Speicherung im Untergrund, Strömungs- und Transportprozesse in einer Brennstoffzelle) erläutert. Massen- und Wärmeflüsse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advektion</li> <li>• Diffusion</li> <li>• Dispersion</li> <li>• Konduktion</li> <li>• Massenflüsse aufgrund externer Kräfte</li> </ul> Stoff- und Wärmeübergangsprozesse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sorption</li> <li>• Gasaustausch</li> <li>• Komponenten des Strahlungshaushaltes</li> <li>• Transformationsprozesse</li> </ul>		

- Gleichgewichtsreaktionen
- mikrobieller Abbau

Bilanzgleichungen für durchmischte Systeme

- Stoff- und Wärmehaushalt eines Sees
- Stoffbilanz eines Bioreaktors

Eindimensionaler Transport in Flüssen und Grundwasserleitern

- Transport konservativer Stoffe
- Räumliche Momente
- Analytische Lösungen
- Transport sorbierender Stoffe
- Eindimensionaler Transport mit mikrobiellen Reaktionen

Mehrdimensionaler Transport

- Fließzeitanalyse
- Analytische Lösungen für Transport bei Parallelströmung
- Rückwirkung des Transports auf das Strömungsverhalten

Ein- und Mehrphasenströmungen in porösen Medien

- Gegenübersstellung Ein- und Mehrphasenprozesse
- Systemeigenschaften und Stoffgrößen der Mehrphasen
- Eindimensionale Mehrphasenströmungs- und Transportprozesse

In den begleitenden Übungen werden beispielhafte Probleme behandelt, die Anwendungen aufzeigen, den Vorlesungsstoff vertiefen und auf die Prüfung vorbereiten. Computerübungen, in denen Ein- und Mehrphasenströmung verglichen werden oder Anwendungen wie das Buckley-Leverett- oder das McWhorter-Problem betrachtet werden, sollen das Verständnis für die Problematik schärfen und einen Einblick in die praktische Umsetzung des Erlernten geben.

---

14. Literatur:	Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface. Springer, 1997 Skript zur Vorlesung
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 149801 Vorlesung Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen</li> <li>• 149802 Übung Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 55 h Selbststudium: 125 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	14981 Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Mehrphasenmodellierung in porösen Medien
19. Medienform:	Die grundlegenden Gleichungen und Modellkonzepte werden an der Tafel vermittelt. Des Weiteren werden die Prozesszusammenhänge an kleinen Lehrfilmen und Experimenten erklärt. Es wird eine umfangreiche Aufgabensammlung zur Verfügung gestellt um im Selbststudium das in den Vorlesungen und Übungen vermittelte Wissen zu vertiefen.
20. Angeboten von:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---

## Modul: 15020 Numerische Methoden in der Fluidmechanik

2. Modulkürzel:	021420003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Bernd Flemisch		
9. Dozenten:	Bernd Flemisch Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Höhere Mathematik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Numerische Integration</li> </ul> Grundlagen der Fluidmechanik: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls, Energie</li> <li>• Mathematische Beschreibung von Strömungs- und Transportprozessen</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden können geeignete numerische Methoden für die Lösung von Fragestellungen aus der Fluidmechanik auswählen und besitzen grundlegende Kenntnisse über die Implementierung eines numerischen Modells in C.		
13. Inhalt:	Diskretisierungsmethoden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der gängigen Methoden (Finite Differenzen, Finite Elemente, Finite Volumen) und ihrer Unterschiede</li> <li>• Vor- und Nachteile und damit verbunden deren Einsetzbarkeit</li> <li>• Herleitung der verschiedenen Methoden</li> <li>• Verwendung und Wahl der richtigen Randbedingungen bei den unterschiedlichen Methoden</li> </ul> Zeitdiskretisierung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der verschiedenen Möglichkeiten</li> <li>• Beurteilung nach Stabilität, Rechenaufwand, Genauigkeit</li> <li>• Courantzahl, CFL-Kriterium</li> </ul> Transportgleichung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene Diskretisierungsmöglichkeiten</li> <li>• physikalischer Hintergrund</li> <li>• Stabilitätskriterien der Methoden (Pecletzahl)</li> </ul> Einführung in Stabilitätsanalyse, Konvergenz Begriffsklärungen: Modell, Simulation Umsetzung der stationären Grundwassergleichung mit Hilfe der Finiten Elemente Methode Erarbeitung eines Simulationsprogramms zur Grundwassermodellierung:		

- Anforderungen an das Programm
- Programmieren einzelner Routinen

Grundlagen des Programmierens in C

- Kontrollstrukturen
- Funktionen
- Felder
- Debugging

Visualisierung der Simulationsergebnisse

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript: Einführung in die Numerischen Methoden der Hydromechanik</li> <li>• Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface, Springer Verlag, 1997</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 150201 Vorlesung Grundlagen zu Numerische Methoden der Fluidmechanik</li> <li>• 150202 Übung Grundlagen zu Numerische Methoden der Fluidmechanik</li> <li>• 150203 Vorlesung Anwendungen zu Numerische Methoden der Fluidmechanik</li> <li>• 150204 Übung Anwendungen zu Numerische Methoden der Fluidmechanik</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 55 h                  Selbststudium: 125 h  <b>Gesamt: 180 h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15021 Numerische Methoden in der Fluidmechanik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Ausbreitungs- und Transportprozesse in Strömungen Mehrphasenmodellierung in porösen Medien
19. Medienform:	Entwicklung der Grundlagen als Tafelanschrieb, Übungen in Gruppen zur Festigung der erarbeiteten theoretischen Grundlagen. Praxisnahe Umsetzung von Fragestellungen am Rechner. Unterstützung der Studierenden mittels Lehrer-Schüler-Steuerung im Multi Media Lab des IWS
20. Angeboten von:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

## Modul: 15040 Mehrphasenmodellierung in porösen Medien

2. Modulkürzel:	021420005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	Holger Class Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Theorie der Mehrphasensystem in porösen Medien: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen / Komponenten</li> <li>• Kapillardruck</li> <li>• Relative Permeabilität</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen die theoretischen und numerischen Grundlagen zur Modellierung von Mehrphasensystemen in porösen Medien.		
13. Inhalt:	<p>Die Verwendung komplexer Modelle in der Ingenieurspraxis verlangt ein fundiertes Wissen über die Eigenschaften von Diskretisierungsverfahren, die Möglichkeiten und Grenzen numerischer Modelle unter Berücksichtigung der jeweils implementierten Konzepte und zugrunde liegenden Modellannahmen. Inhalte sind:</p> <p>Theorie der Mehrphasenströmungen in porösen Medien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Differentialgleichungen</li> <li>• konstitutive Beziehungen</li> </ul> <p>Numerische Lösung der Mehrphasenströmungsgleichung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Box-Verfahren</li> <li>• Linearisierung</li> <li>• Zeit-Diskretisierung</li> </ul> <p>Mehrkomponenten-Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamische Grundlagen und nichtisotherme Prozesse</li> </ul> <p>Anwendungsbeispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Sanierungsverfahren</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Speicherung in geologischen Formationen</li> <li>• Wasser-/ Sauerstofftransport in Gasdiffusionsschichten von Brennstoffzellen</li> <li>• Süßwasser / Salzwasser Interaktion</li> </ul>		
14. Literatur:	Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface. Springer, 1997 Skript zur Vorlesung		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 150401 Vorlesung Mehrphasenmodellierung in Porösen Medien</li><li>• 150402 Übung Mehrphasenmodellierung in Porösen Medien</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 55 h Selbststudium: 125 h Gesamt: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	15041 Mehrphasenmodellierung in porösen Medien (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Entwicklung der Grundlagen als Tafelanschrieb, Einsatz von Präsentationstools. Übungen in Gruppen zur Festigung der erarbeiteten theoretischen Grundlagen. Praxisnahe Umsetzung von Fragestellungen am Rechner. Unterstützung der Studierenden mittels Lehrer-Schüler-Steuerung im Multi-Media-Lab des IWS.
20. Angeboten von:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

## Modul: 15670 Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik

2. Modulkürzel:	021320003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Markus Friedrich		
9. Dozenten:	Manfred Wacker Markus Friedrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben einen umfassenden Überblick über Verkehrsbeeinflussungssysteme zur kurzfristigen Beeinflussung der Verkehrsnachfrage und zur Optimierung des Verkehrsangebotes. Sie können verkehrabhängige Lichtsignalsteuerungen und Grüne Wellen entwickeln und mit Hilfe einer Verkehrsflusssimulation bewerten. Sie kennen grundlegende Methoden zur Ermittlung der Verkehrslage in Straßennetzen.		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung und den zugehörigen Übungen werden folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik</li> <li>• Lichtsignalanlagen (Theorie der Bemessung, Wartezeiten, Grüne Welle, Verssatzzeitoptimierung, verkehrabhängige Steuerung)</li> <li>• Verkehrsdatenerfassung</li> <li>• Datenaufbereitung und Datenvervollständigung</li> <li>• Prognose des Verkehrsablaufs</li> <li>• Verkehrsbeeinflussungssysteme für Autobahnen</li> <li>• Parkleitsysteme</li> <li>• Rechnergestützte Betriebsleitsysteme im ÖV</li> <li>• Verkehrsmanagement innerorts und außerorts</li> <li>• Exkursion Kommunale Verkehrssteuerung im IV</li> <li>• Exkursion Betriebsleitzentrale ÖV</li> </ul> <p>In der Projektstudie wird eine Lichtsignalsteuerung mit Hilfe des Programms LISA+ erstellt. Projektstudie umfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung Projektstudie / Ortsbesichtigung</li> <li>• Einführung in das Programm LISA+</li> <li>• Beispiel Grüne Welle</li> </ul>		

- Beispiel ÖV Priorisierung
- Bearbeitung einer Planungsaufgabe (verkehrsabhängige Koordinierung eines Straßenzugs)

---

14. Literatur:

- Friedrich, M., Ressel, W.: Skript Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA), Köln, 1992.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen, Ausgabe 2001.
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen: Hinweise zur Datenvervollständigung und Datenaufbereitung in verkehrstechnischen Anwendungen, FGSV-Nr. 382, Köln 2003.
- Kerner. B. S.: The Physics of Traffic, Springer Verlag 2004.
- Leutzbach, W.: Einführung in die Theorie des Verkehrsflusses, 1972.
- Schnabel, W.: Grundlagen der Straßenverkehrstechnik und Verkehrsplanung, Band 1 Straßenverkehrstechnik, Verlag für Bauwesen, Berlin, 1997

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 156701 Vorlesung Verkehrstechnik & -leittechnik
- 156702 Projektstudie Verkehrstechnik, Übung und Projekt

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 55 h  
 Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 125 h  
 Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 15671 Verkehrstechnik und Verkehrsleittechnik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V),

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Verkehrsplanung und Verkehrsleittechnik

---

## Modul: 15830 Höhere Mechanik I: Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie

2. Modulkürzel:	021020005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau: Technische Mechanik I-III sowie Technische Mechanik IV und Baustatik I</li> <li>• UMW: Technische Mechanik I-III</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Grundlagen der Kontinuumsmechanik und der Materialtheorie mit Anwendung auf elastisch, viskoelastisch und elasto-plastisch deformierbare Festkörper. Mit den erlernten Kenntnissen können Sie numerische Verfahren wie die Finite-Elemente-Methode zur Lösung von Randwertproblemen nutzen.		
13. Inhalt:	<p>Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und der Materialtheorie sind fundamentale Voraussetzung für die Beschreibung von Deformationsprozessen und Versagensmechanismen von Strukturen aus metallischen und polymeren Werkstoffen sowie von Geomaterialien. Die Vorlesung bietet eine systematische Darstellung der kontinuumsmechanischen Grundlagen, die in den Lehrveranstaltungen TM I - IV bereits in vereinfachter Form genutzt wurden. Die wesentlichen Stoffgesetze der Materialtheorie werden im Rahmen der Modellrheologie motiviert und auf den allgemeinen 3-dimensionalen Fall verallgemeinert. Unter Voraussetzung kleiner Verzerrungen werden die Stoffgesetze der Elastizität, der Visokoelastizität und der Elastoplastizität behandelt. In Ergänzung zu der theoretischen Darstellung werden einige algorithmische Aspekte der Computerimplementation von Materialmodellen dargestellt.</p> <p><b>Kinematik:</b> materieller Körper, Platzierung, Bewegung, Deformations- und Verzerrungsmaße</p> <p><b>Spannungszustand:</b> Nah- und Fernwirkungskräfte, Theorem von Cauchy, Spannungstensoren</p> <p><b>Bilanzsätze:</b> Fundamentalbilanz der Kontinuumsmechanik, Bilanzrelationen für Masse, Bewegungsgröße, Drall, und mechanische Leistung</p> <p><b>Allgemeine Materialgleichungen:</b> das Schließproblem der Kontinuumsmechanik</p> <p><b>Geometrisch lineare Elastizität:</b> Rheologisches Modell, Verallgemeinerung auf drei Raumdimensionen, Bestimmung der elastischen Konstanten</p>		

**Geometrisch lineare Viskoelastizität:**

Motivation und rheologisches Modell, Relaxation und Retardation, viskoelastischer Standardkörper, Clausius-Planck-Ungleichung und interne Dissipation

**Geometrisch lineare Elastoplastizität:**

Motivation und rheologisches Modell, Metallplastizität (Fließbedingung nach von Mises, Belastungsbedingung, Konsistenzbedingung, Fließregel, Tangententensoren), Verallgemeinerung für Geomaterialien

**Numerische Aspekte elastisch-inelastischer Materialien:**

Motivation, Prädiktor-Korrektor-Verfahren

---

14. Literatur:	<p>Vollständiger Tafelanschrieb, in den Übungen wird Begleitmaterial ausgeteilt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Altenbach, H. Altenbach [1994], Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner.</li> <li>• R. de Boer [1982], Vektor- und Tensorrechnung für Ingenieure, Springer.</li> <li>• P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.</li> <li>• J. Betten [2002], Kontinuumsmechanik (elastisches und inelastisches Verhalten isotroper und anisotroper Stoffe), 2. erweiterte Auflage, Springer.</li> <li>• M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.</li> <li>• P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2. Auflage Springer.</li> <li>• G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley und Sons.</li> <li>• L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 158301 Vorlesung Höhere Mechanik I</li> <li>• 158302 Übung Höhere Mechanik I</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 53 h                  Selbststudium / Nacharbeitszeit: 127 h  <b>Gesamt: 180 h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15831 Höhere Mechanik I: Einführung in die Kontinuumsmechanik und in die Materialtheorie (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich                  Prüfung evtl. mündlich, Dauer 40 Min.</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	Höhere Mechanik II: Numerische Methoden der Mechanik
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Mechanik II

---

## Modul: 15840 Höhere Mechanik II: Numerische Methoden der Mechanik

2. Modulkürzel:	021010006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Höhere Mechanik I		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen die Anwendung numerischer Methoden auf Probleme der Mechanik. Sie kennen und verstehen grundlegende Konzepte der Numerischen Mathematik und können die Finite-Elemente-Methode benutzen, um Probleme der Elastostatik und der Thermoelastizität zu behandeln.		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Methoden zur numerischen Lösung von Anfangs-Randwertproblemen der Mechanik. Sie soll einerseits Anwendern komplexer computerorientierter Berechnungsverfahren das nötige Grundwissen zur Handhabung kommerzieller Programmsysteme und zur Beurteilung numerischer Lösungen von Ingenieurproblemen liefern. Andererseits bietet sie Entwicklern von Diskretisierungsverfahren und Algorithmen der Angewandten Mechanik eine Basis für weiterführende, forschungsorientierte Vorlesungen auf diesem Gebiet. Im Zentrum der Vorlesung steht die Methode der Finiten Elemente und deren Anwendung auf lineare und nichtlineare Problemstellungen der Festkörpermechanik. Daneben werden Elemente der Numerischen Mathematik behandelt, die zur Lösung von linearen und nichtlinearen Gleichungssystemen, zur Parameteroptimierung und zur Interpolation und Approximation von Funktionen erforderlich sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Einführung in die Problematik</li> <li>• Grundlegende Konzepte der Numerischen Mathematik: lineare Gleichungssysteme (direkte und iterative Verfahren), nichtlineare Gleichungssysteme (iterative Verfahren), Interpolation und Approximation, numerische Integration und Differentiation</li> <li>• Die Finite-Elemente-Methode (FEM): Grundlegende Konzepte (Randwertproblem, schwache Formulierung der Feldgleichungen, Galerkin-Verfahren), Elementformulierungen, isoparametrisches Konzept, Dreiecks- und Vierecks-Elemente, gemischte Finite Elemente</li> <li>• Anwendungen der FEM: lineare Randwertprobleme der Mechanik (Wärmeleitung, lineare Elastostatik), nichtlineare Randwertprobleme der Mechanik (nichtlineare Elastizität, konsistente Linearisierung, Iterationsverfahren)</li> <li>• Lösungskonzepte für Anfangs- und Randwertprobleme: Wärmeleitung, Zeitintegration, Elastodynamik</li> <li>• Fehlerindikatoren und Adaptive Verfahren in Raum und Zeit</li> </ul>		

14. Literatur:	<p>Vollständiger Tafelanschrieb, in den Übungen wird Begleitmaterial ausgeteilt.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• K.-J. Bathe [2002], Finite-Elemente-Methoden, 2. Auflage, Springer.</li><li>• T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran [2001], Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, John Wiley und Sons.</li><li>• T. J. R. Hughes [2000], The Finite Element Method, Dover Publications.</li><li>• P. Wriggers [2008], Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer.</li><li>• H. R. Schwarz, N. Köckler [2011], Numerische Mathematik, 8. Auflage, Teubner.</li><li>• O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, J. Z. Zhu [2005], The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals, Elsevier.</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 158402 Übung Höhere Mechanik II</li><li>• 158401 Vorlesung Höhere Mechanik II</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 53 h Selbststudium / Nacharbeitszeit: 127 h <b>Gesamt: 180 h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 15841 Höhere Mechanik II: Numerische Methoden der Mechanik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Prüfung evtl. mündlich, Dauer 40 Min.</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Mechanik I

---

## Modul: 16100 Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity

2. Modulkürzel:	021010012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Christian Miehe Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc. degree in Bauingenieurwesen (Civil Engineering), in Maschinenbau (Mechanical Engineering), in Umweltschutztechnik (Environmental Engineering) or in related subject, as well as knowledge of basic concepts in continuum mechanics (comparable to HMI) and numerical mechanics (comparable to HMII)		
12. Lernziele:	The students understand the concepts of plasticity and viscoelasticity as important classes of inelastic material response with a wide range of engineering applications. They have obtained a detailed understanding of selected aspects of the theories of plasticity and viscoelasticity, including specific algorithmic treatments.		
13. Inhalt:	<p>It is the superior goal of the lecture to foster the understanding of general inelastic material behavior with regard to the theoretical modeling and the numerical treatment based on selected model problems. As an example, the selected material models under consideration may cover (i) micromechanically motivated approaches to inelastic material response such as crystal plasticity or (ii) purely phenomenological formulations of an inelastic material response such as viscoelasticity. Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to inelastic material behavior</li> <li>• Micromechanical structure of solids</li> <li>• Kinematics of inelastic deformations at finite strains</li> <li>• Foundations of continuum-based material modeling for selected problems, e.g. finite crystal plasticity and viscoelasticity</li> <li>• Integration algorithms of evolution systems, stress-update algorithms and consistent linearization of updating schemes</li> </ul>		
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>• 161002 Übung Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity</li> <li>• 161001 Vorlesung Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance:	52 h	
	Self-study:	128 h	
	Summary:	180 h	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16101 Selected Topics in the Theories of Plasticity and Viscoelasticity (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		



## Modul: 16110 Elemente der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik

2. Modulkürzel:	021020010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	0	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B. Sc.-Abschluß im Bauingenieurwesen, im Maschinenbau, in der Umweltschutztechnik oder einem vergleichbaren Fach sowie Kenntnisse der Technischen Mechanik und Grundkenntnisse der Kontinuumsmechanik.		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die Anwendung der nichtlinearen Thermodynamik auf Probleme der Mechanik. Neben der Darstellung grundlegender Konzepte beherrschen sie Techniken, mit denen sich thermodynamisch zulässige Stoffgesetze für beliebige Materialien entwickeln lassen.		
13. Inhalt:	<p>Kenntnisse der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik sind fundamentale Voraussetzung für die Beschreibung großer Deformationen von beliebigen Materialien mit nichtlinearen Stoffgesetzen. Die Vorlesung bietet eine systematische Darstellung der nichtlinearen Kontinuumsmechanik und der Grundlagen der Thermodynamik (Energiebilanz, Entropiegleichung). Auf der Basis der Grundprinzipie der Konstitutivtheorie und des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik werden die Mechanismen diskutiert, mit denen für beliebige Materialien thermodynamisch konsistente und damit zulässige Stoffmodelle entwickelt werden können. Alle Verfahren werden am Beispiel des nichtlinear deformierbaren, thermoelastischen Festkörpers diskutiert. Zusätzlich werden Aspekte der numerischen Behandlung nichtlinearer Prozesse in Zeit und Raum diskutiert. Im einzelnen wird der folgende Inhalt präsentiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Einführung in die Problematik</li> <li>• Nichtlineare Kontinuumsmechanik: Kinematik, Transporttheoreme, nichtlineare Deformations- und Verzerrungsmaße in absoluter und konvektiver Notation</li> <li>• Spannungstensoren nach Cauchy, Kirchhoff, Piola-Kirchhoff, Biot, Mandel und Green-Naghdi</li> <li>• Bilanzrelationen der Mechanik: Massen-, Impuls- und Drallbilanz</li> <li>• Bilanzrelationen der Thermodynamik: Energiebilanz und Entropiegleichung (1. und 2. Hauptsatz der Thermodynamik)</li> <li>• Elemente der klassischen Thermodynamik: innere Energie und kalorische Zustandsgröße, thermodynamische Potentiale, Legendre-Transformationen</li> <li>• Thermodynamische Materialtheorie: Thermodynamische Prinzipie und Prozeßvariablen, materielle Symmetrie</li> <li>• thermoelastischer Festkörper: Auswertung des Entropieprinzips, Isotropie, das gekoppelte Problem der Thermomechanik,</li> </ul>		

Thermoelastizität in Nominalform, Energie- und Entropieelastizität

- Numerische Aspekte: Schwache Form des Randwertproblems, Zeitintegration gekoppelter Probleme, Linearisierung der Feldgleichungen, Stabilitätskriterien
- 

14. Literatur:

Vollständiger Tafelanschrieb, in den Übungen wird Begleitmaterial ausgeteilt.

- J. Altenbach, H Altenbach [1994], Einführung in die Kontinuumsmechanik, Teubner.
  - E. Becker, W. Bürger [1975], Kontinuumsmechanik, Teubner.
  - R. de Boer [1982], Vektor- und Tensorrechnung für Ingenieure, Springer.
  - P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications.
  - W. Ehlers [jedes WS, SS], Einführung in die Vektor- und Tensorrechnung <http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/-uebungen/index.php#begleitmaterialien>.
  - P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2. Auflage Springer.
  - G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley und Sons.
  - L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.
  - C. Truesdell, W. Noll [1965], The Non-linear Field Theories of Mechanics. In S. Flügge (Ed.): Handbuch der Physik, Band III/3, Springer.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 161101 Vorlesung Elemente der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik
  - 161102 Übung Elemente der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 52 h  
Selbststudium: 128 h  
Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 16111 Elemente der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich  
Prüfung evtl. mündlich, Dauer 40 Min., Prüfungsvorleistung: Hausübungen
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Mechanik II

---

## Modul: 16120 Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien

2. Modulkürzel:	021020011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	0	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B. Sc.-Abschluß im Bauingenieurwesen, im Maschinenbau, in der Umweltschutztechnik oder einem vergleichbaren Fach sowie Kenntnisse der Technischen Mechanik und Kontinuumsthermodynamik. (B. Sc. degree in Civil Engineering, in Mechanical Engineering, in Environmental Engineering or a comparable discipline and basic knowledge in applied mechanics and continuum thermodynamics.)		
12. Lernziele:	Die Studierenden begreifen die Anwendung kontinuumsmechanischer Methoden auf mehrphasige Materialien. Sie verstehen den Charakter stark gekoppelter Gleichungssysteme zur Beschreibung komplexer Phänomene bei Mehrkomponentenmaterialien und Mischungen. (The students are able to apply continuum-mechanical methods to multiphasic materials. They understand the character of strongly coupled equation systems for the description of complex phenomena in multi-component materials and mixtures.)		
13. Inhalt:	<p>Poröse Festkörper mit fluiden Inhaltsstoffen fallen ebenso in die Kategorie der Mehrphasenmaterialien wie reale Mischungen von Flüssigkeiten oder Gasen. Mit der Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien können die Bewegung oder die Strömung von Fluiden in deformierbaren porösen Festkörpern bei beliebigen Deformationen und bei beliebigem Materialverhalten der Festkörpermatrix beschrieben werden. Darüber hinaus lassen sich Phasenumwandlungen und elektrochemische Reaktionen in die Theorie integrieren. Damit steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem eine große Klasse verschiedenster Materialien mathematisch beschrieben und numerisch analysiert werden kann, die von Geomaterialien über Polymer- oder Metallschäume bis zu biologischen Geweben reicht. Für die numerische Anwendung muss ein System stark gekoppelter, partieller Differentialgleichungen gelöst werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuumsmechanische Grundlagen zur Beschreibung von Ein- und Mehrphasenmaterialien: Bewegungszustand, Deformationsmaße, Spannungszustand</li> <li>• Bilanzrelationen für Mehrphasenmaterialien: Allgemeine Bilanzen, spezielle Bilanzen für Masse, Impuls, Drall, Energie und Entropie</li> <li>• Kalorische Zustandsvariablen und "freie" Energie</li> <li>• Grundlagen der Materialtheorie für Mehrphasenmaterialien:</li> </ul>		

- Thermodynamik und Konstitutivgleichungen
- der flüssigkeitsgesättigte, materiell inkompressibel deformierbare poröse Festkörper
- Elastisches Materialverhalten der Festkörpermatrix
- Plastisches Materialverhalten der Festkörpermatrix (optional)

(Porous solids with a fluid pore content as well as real mixtures of liquids and gases belong both to the class of multi-phase materials. With a continuum theory for multiphasic media, the movement or flow of fluids in deformable porous solids can be described for arbitrary deformation processes and arbitrary material properties of the solid matrix. Moreover, it is possible to consider phase transitions and electrochemical reactions within such a theory. In this regard, a theoretical tool is provided that can be used to mathematically describe and numerically analyse a manifold of distinct materials, ranging from geomaterials over polymer and metal foams to biological tissues. For the numerical application, a system of strongly coupled partial differential equations has to be solved.

- Continuum-mechanical basics for the description of single- and multiphasic materials: state of motion, deformation measures, stress states
- Balance relations for multi-phase materials: master balances, special balances for mass, momentum, moment of momentum, energy and entropy
- Caloric state variables and energy potentials
- Fundamentals of materials theory for multiphasic media
- Thermodynamics and constitutive equations
- The fluid-saturated, materially incompressible deformable porous solid
- Elastic material properties of the solid skeleton
- Plastic behaviour of the solid skeleton (optional)

---

14. Literatur:

Vollständiger Tafelanschrieb, in den Übungen wird Begleitmaterial ausgeteilt (Comprehensive notes on blackboard, additional course materials will be distributed in the exercises).

- R. de Boer [1982], Vektor- und Tensorrechnung für Ingenieure, Springer.
- R. de Boer, W. Ehlers [1986], Theorie der Mehrkomponentenkontinua mit Anwendung auf bodenmechanische Probleme, Forschungsberichte aus dem Fachbereich Bauwesen der Universität-GH-Essen, Heft 40.
- R. M. Bowen [1976], Theory of Mixtures. In A. C. Eringen (ed.): Continuum Physics, Vol. III, Academic Press.
- W. Ehlers [1989], Poröse Medien - ein kontinuumsmechanisches Modell auf der Basis der Mischungstheorie, Forschungsberichte aus dem Fachbereich Bauwesen der Universität-GH-Essen, Heft 47.
- W. Ehlers [2002], Foundations of multiphasic and porous materials. In W. Ehlers, J. Bluhm (eds.): Porous Media: Theory, Experiments and Numerical Applications, pp. 3-86, Springer.
- W. Ehlers [jedes WS, SS] Einführung in die Vektor- und Tensorrechnung, <http://www.mechbau.uni-stuttgart.de/ls2/lehre/uebungen/index.php#begleitmaterialien>.
- C. Truesdell [1984], Rational Thermodynamics, 2nd Edition, Springer.

- C. Truesdell, W. Noll [1965], The Non-linear Field Theories of Mechanics. In S. Flügge (ed.): Handbuch der Physik, Band III/3, Springer.
  - C. Truesdell, R. A. Toupin [1960], The Classical Field Theories. In S. Flügge (ed.): Handbuch der Physik, Band III/1, Springer.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 161202 Übung Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien
  - 161201 Vorlesung Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 52 h  
Selbststudium: 128 h  
Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 16121 Einführung in die Kontinuumsmechanik von Mehrphasenmaterialien (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich  
Prüfung evtl. mündlich, Dauer 40 Min., Prüfungsvorleistung: Hausübungen
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Mechanik II

---

## Modul: 16140 Continuum Biomechanics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	-
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	0	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Oliver Röhrle		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			

After the successful completion of the course Continuum Biomechanics, the students will have a basic understanding of modelling soft biological tissues within a continuum-mechanical framework. The students will be familiar with the principles of the Theory of Porous Media (TPM) and will be able to apply these principles to the modelling of porous biological tissues. The students will also acquire knowledge on the constitutive modelling of soft biological tissues. Student presentations on selected recent research studies on various aspects related to the modelling of biological tissues will provide the students with an overview on current theories and research topics within the broad field of continuum biomechanics.

13. Inhalt:	Biological processes can be modelled within a continuum-mechanical framework which leads to the study of continuum biomechanics. The lecture focuses on modelling the mechanical response of soft biological tissues using the principles of continuum biomechanics. Basic concepts of the Theory of Porous Media are introduced which are then applied to the modelling of the intervertebral disc that is selected as an example problem. Principles of material modelling are examined and selected tissues with different mechanical characteristics are modelled accordingly. The lecture covers the following topics: – Introduction and motivation. – Biological tissue as a porous medium: the intervertebral disc as a porous medium, basic concepts and fundamental equations of the Theory of Porous Media. – Material modelling: basic concepts and principles of material modelling, material symmetry, symmetry groups, invariants. – Strain energy functions for selected material types: mechanical characteristics of soft tissues, rubber-like materials, Fung-type material laws, passive and active behaviour of the heart muscle. – Student presentations on recent research studies related to the modelling of biological tissues.
14. Literatur:	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16141 Continuum Biomechanics (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Computational Micromechanics and Material Design

---

## Modul: 16150 Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik

2. Modulkürzel:	021010010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc.-Abschluss im Bauingenieurwesen, im Maschinenbau, in der Umweltschutztechnik oder einem vergleichbaren Fach sowie Grundkenntnisse der Kontinuumsmechanik (vergleichbar HMI) und der numerischen Mechanik (vergleichbar HMII)		
12. Lernziele:	Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik als Basis für die phänomenologische, makroskopische Beschreibung ingenieurtechnischer Prozesse von Festkörpern und Fluiden bei endlichen (finiten) Deformationen und komplexen Materialverhalten unter Beachtung von Stabilitätsproblemen und Materialversagen. Durch die rigorose deduktive Darstellung in der Vorlesung haben die Studierenden somit einen direkten Zugang zur fortgeschrittenen Anwendung dieses elementar wichtigen Wissens- und Forschungsgebietes basierend auf Terminologien moderner Differentialgeometrie.		
13. Inhalt:	Kenntnisse der Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik sind fundamentale Voraussetzung für die theoretische und algorithmische Durchdringung geometrisch und physikalisch nichtlinearer Deformations-, Versagens- und Transportprozesse in Festkörpern aus metallischen und polymeren Werkstoffen sowie Geomaterialien. Die Vorlesung bietet eine Darstellung von Grundkonzepten der Kontinuumsmechanik und Materialtheorie großer elastischer und inelastischer Verzerrungen. Dabei erfolgt die Darstellung mit einem betont geometrischen Akzent basierend auf modernen Terminologien der Differentialgeometrie, u.a. auch in Hinblick auf die Beschreibung von Mehrfeldtheorien mit thermound elektromechanischen Kopplungen. Parallel zu der theoretischen Darstellung werden algorithmische Aspekte der Computerimplementation von Modellen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik behandelt. Inhalte: Tensoralgebra und -analysis auf Mannigfaltigkeiten Differentialgeometrie endlicher (finiter) Deformationen Bilanzprinzip der nichtlinearen Kontinuumsthermodynamik		

Phänomenologische Materialtheorie endlicher Verzerrungen  
Eindeutigkeit von Randwertproblemen und Stabilitätstheorie

---

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

## Modul: 16180 Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie

2. Modulkürzel:	021010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Geometrische Methoden der Nichtlinearen Kontinuumsmechanik und Kontinuumsthermodynamik		
12. Lernziele:	Den Studierenden ist die Bedeutung einer qualitativ und quantitativ sicheren Beschreibung des Materialverhaltens als das zentrale Problem bei der Formulierung prädiktiver Simulationsmodelle ingenieurtechnischer Prozesse bewusst. Sie beherrschen moderne Konzepte der computerorientierten Materialtheorie komplexen reversiblen und irreversiblen Verhaltens von Festkörpern unter Beachtung von mikromechanischen Aspekten, Mehrskalenansätzen und Homogenisierungstechniken.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung gibt einen vertieften Einblick in die Formulierung und algorithmische Durchdringung von Materialmodellen zur Beschreibung von physikalisch und geometrisch nichtlinearen Deformations- und Versagensmechanismen von Festkörpern. Behandelt werden Materialmodelle der Elastizität, Viskoelastizität, Plastizität sowie der Schädigungs- und Bruchmechanik bei endlichen (finiten) Deformationen. Dies beinhaltet auch nicht-mechanische Effekte wie thermo-mechanische oder elektro-mechanische Kopplungen. Auf verschiedenen Raum- und Zeitskalen werden neben Kontinuumsmodellen auch diskrete Modellansätze vorgestellt sowie die Grundkonzepte von Mehrskalenmodellen und mathematischen Homogenisierungstechniken behandelt. Die Vorlesung behandelt integriert theoretische und numerische Aspekte. Es werden u.a. modellspezifische Algorithmen zur Zeitintegration, globale Lösungsalgorithmen von gekoppelten nichtlinearen Feldgleichungen sowie verschiedene Finite Elemente Formulierungen zur räumlichen Diskretisierung von nichtlinearen Materialmodellen und Diskontinuitäten behandelt. Viele der dargestellten Entwicklungen und Methoden sind derzeit aktuelle Themen der Forschung. Eine Spezifizierung und Orientierung der breiten Thematik am Interesse der Hörer kann erfolgen. Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Direkte Variationsmethoden finiter Elastizität und Eindeutigkeit</li> <li>• Anisotrope Finite Elastizität und isotrope Tensorfunktionen</li> <li>• Schädigungsmodelle und Elemente der Bruchmechanik</li> <li>• Finite Elasto-Visko-Plastizität von Metallen und Polymeren</li> <li>• Diskrete Modelle: Partikelmethode und Versetzungsdynamik</li> </ul>		

- Mehrskalenmodelle und numerische Homogenisierungsmethoden
  - Materialinstabilitäten, Phasenübergänge und Mikrostrukturen
- 

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.
  - 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.
  - Arnold Krawietz [1986], Materialtheorie, Mathematische Beschreibung des phänomenologischen thermomechanischen Verhaltens, Springer-Verlag.
  - J. C. Simo, T. J. R. Hughes [1997], Computational Inelasticity, Springer, New York
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 161801 Vorlesung Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie
  - 161802 Übung Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 52 h  
Selbststudium: 128 h  
Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 16181 Theoretische und Computerorientierte Materialtheorie (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Mechanik I

---

## Modul: 16260 Maschinendynamik

2. Modulkürzel:	072810004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik-III		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen nach erfolgreichem Besuch des Moduls Maschinendynamik grundlegende Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der Dynamik und haben ein gutes Verständnis der wichtigsten Zusammenhänge in der Maschinendynamik. Sie können grundlegende Problemstellungen aus der Maschinendynamik selbständig, sicher, kritisch und bedarfsgerecht analysieren und lösen.		
13. Inhalt:	Einführung in die Technische Dynamik mit den theoretischen Grundlagen des Modellierens und der Dynamik, rechnergestützte Methoden und praktische Anwendungen. Kinematik und Kinetik, Prinzipie der Mechanik: D'Alembert, Jourdain, Lagrangesche Gleichungen zweiter Art, Methode der Mehrkörpersysteme, rechnergestütztes Aufstellen von Bewegungsgleichungen für Mehrkörpersysteme basierend auf Newton-Euler Formalismus, Zustandsraumbeschreibung für lineare und nichtlineare dynamische Systeme mit endlicher Anzahl von Freiheitsgraden, freie lineare Schwingungen: Eigenwerte, Schwingungsmoden, Zeitverhalten, Stabilität, erzwungene lineare Schwingungen: Impuls-, Sprung- und harmonische Anregung		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsmitschrieb</li> <li>• Vorlesungsunterlagen des ITM</li> <li>• Schiehlen, W. und Eberhard, P.: Technische Dynamik. 2. Aufl., Teubner, Wiesbaden</li> <li>• Shabana, A.A.: Dynamics of Multibody Systems, 2. ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 162601 Vorlesung Maschinendynamik</li> <li>• 162602 Übung Maschinendynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16261 Maschinendynamik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Beamer, Tablet-PC, Computer-vorführungen, Experimente		

20. Angeboten von: Technische Mechanik

---

## Modul: 16500 Software Engineering

2. Modulkürzel:	051520110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker		
9. Dozenten:	Steffen Becker André van Hoorn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Softwaretechnik</li> <li>• Programmierung und Softwareentwicklung</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Teilnehmer haben tiefe und umfassende Kenntnisse auf dem Gebiet des Software Engineerings.		
13. Inhalt:	<p>Ergänzend zur Einführung in die Softwaretechnik und daran anknüpfend, behandelt diese Lehrveranstaltung folgende Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organisationsaspekte des Software Engineering</li> <li>• Softwareentwicklungsprozesse, Prozessbewertung und -verbesserung</li> <li>• Anforderungsanalyse</li> <li>• Softwarearchitektur</li> <li>• Realisierung und Debugging</li> <li>• Softwarequalitätssicherung</li> <li>• Softwarewartung</li> <li>• Model-Driven Software Development</li> <li>• Weitere ausgewählte Kapitel des Software Engineerings</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sommerville, Software Engineering, AW</li> <li>• Ludewig J., Lichter, H., Software Engineering - Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken, 2. Aufl. 2010</li> <li>• Liggesmeyer P., Software-Qualität. Testen, Analysieren und Verifizieren von Software. Spektrum Akademischer Verlag, 2002.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 165001 Vorlesung Software Engineering</li> <li>• 165002 Übung Software Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesungen und Zentralübungen		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16501 Software Engineering (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 90min Klausur		
18. Grundlage für ... :	Requirements Engineering and Software Architecture Model-Driven Software Development Software Qualität und -Wartung		
19. Medienform:	Folien, Videoaufzeichnung, Übungsblätter, elektronische Umfragen und -Tests		
20. Angeboten von:	Zuverlässige Software-Systeme		

## Modul: 16720 Dynamik biologischer Systeme

2. Modulkürzel:	74810230	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Nicole Radde		
9. Dozenten:	Nicole Radde		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundbegriffe der Theorie dynamischer Systeme, insbesondere Differenzialgleichungen		
12. Lernziele:	Die Studenten lernen exemplarisch Modellierungsansätze für biologische Systeme basierend auf nichtlinearen Differenzialgleichungen kennen. Sie sind vertraut mit Methoden zur Untersuchung von Fixpunkten und Analysemethoden für planare Systeme und können diese auf kleine Beispielmole anwenden. Weiterhin kennen sie Grundbegriffe der Verzweigungstheorie und können für kleine Beispielsysteme Bifurkationsdiagramme erstellen und interpretieren.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung beschäftigt sich mit der Modellierung und Analyse des dynamischen Verhaltens biologischer Systeme. Ein Schwerpunkt liegt auf deren Beschreibung mit (nichtlinearen) Differenzialgleichungssystemen, insbesondere werden behandelt: - Untersuchung von Ruhelagen (hyperbolische und nicht-hyperbolische Fixpunkte und Reduktion auf Zentrumsmannigfaltigkeiten) - Einführung in die Verzweigungstheorie anhand von biologischen Beispielsystemen - Nichtlineare dynamische Phänomene - Analyse von Systemen mit 2 Variablen - biochemische Oszillatoren		
14. Literatur:	Es wird ein Manuskript auf dem Ilias Server bereit gestellt, weiterführende Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 167201 Vorlesung und Übung Dynamik biologischer Systeme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Vorlesung und Übung</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	16721 Dynamik biologischer Systeme (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Beamer, Overhead, überwiegend Tafel		
20. Angeboten von:	Systems Theory in Systems Biology		

## Modul: 18610 Konzepte der Regelungstechnik

2. Modulkürzel:	074810110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Frank Allgöwer Matthias Müller		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der mathematischen Beschreibung dynamischer Systeme, der Analyse dynamischer Systeme und der Regelungstechnik, wie sie z.B. in den folgenden B.Sc. Modulen an der Universität Stuttgart vermittelt werden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 074710001 Systemdynamik</li> <li>• 074810040 Einführung in die Regelungstechnik</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die relevanten Methoden zur Analyse linearer und nichtlinearer dynamischer Systeme und sind in der Lage, diese an realen Systemen anzuwenden</li> <li>• können Regler für lineare und nichtlineare Dynamische Systeme entwerfen und validieren</li> <li>• kennen und verstehen die Grundbegriffe wichtiger Konzepte der Regelungstechnik, insbesondere der nichtlinearen, optimalen und robusten Regelungstechnik</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lyapunov-Stabilitätstheorie</li> <li>• Linear-quadratische Regelung</li> <li>• Robuste Regelung</li> <li>• Reglerentwurf für nichtlineare Systeme</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• H.P. Geering. Regelungstechnik. Springer Verlag, 2004.</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1. Springer Verlag, 2006.</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 2. Springer Verlag, 2006.</li> <li>• J. Slotine und W. Li. Applied Nonlinear Control. Prentice Hall, 1991.</li> <li>• H. Khalil. Nonlinear Systems. Prentice Hall, 2001.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 186101 Vorlesung und Übung Konzepte der Regelungstechnik</li> <li>• 186102 Gruppenübung Konzepte der Regelungstechnik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 117h Gesamt: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	18611 Konzepte der Regelungstechnik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Systemtheorie und Regelungstechnik

---

## Modul: 18620 Optimal Control

2. Modulkürzel:	074810120	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Ebenbauer		
9. Dozenten:	Christian Ebenbauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc.-Abschluss in Technischer Kybernetik, Maschinenbau, Automatisierungstechnik, Verfahrenstechnik oder einem vergleichbaren Fach sowie Grundkenntnisse der Regelungstechnik (vergleichbar Modul Regelungstechnik)		
12. Lernziele:	The students learn how to analyze and solve optimal control problems. The course focuses on key ideas and concepts of the underlying theory. The students learn about standard methods for computing and implementing optimal control strategies.		
13. Inhalt:	<p>The main part of the lecture focuses on methods to solve nonlinear optimal control problems including the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonlinear Programming</li> <li>• Dynamic Programming</li> <li>• Pontryagin Maximum Principle</li> <li>• Model Predictive Control</li> <li>• Applications, examples</li> </ul> <p>The exercises contain student exercises and mini projects in which the students apply their knowledge to solve specific optimal control problem in a predefined time period.</p>		
14. Literatur:	<p>D. Liberzon: Calculus of Variations and Optimal Control Theory, Princeton University Press, A. Brassan and B. Piccoli: Introduction to Mathematical Control Theory, AMS, I.M. Gelfand and S.V. Fomin: Calculus of Variations, Dover, D. Bertsekas: Dynamic Programming and Optimal Control, Athena Scientific, H. Sagan: Introduction to the Calculus of Variations, Dover,</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 186201 Vorlesung Optimal Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Gesamt: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	18621 Optimal Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Computations in Control		

## Modul: 18630 Robust Control

2. Modulkürzel:	080520806	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Carsten Scherer		
9. Dozenten:	Carsten Scherer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung Konzepte der Regelungstechnik oder Vorlesung Lineare Kontrolltheorie		
12. Lernziele:	The students are able to mathematically describe uncertainties in dynamical systems and are able to analyze stability and performance of uncertain systems. The students are familiar with different modern robust controller design methods for uncertain systems and can apply their knowledge on a specified project.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Selected mathematical background for robust control</i></li> <li>• <i>Introduction to uncertainty descriptions (unstructured uncertainties, structured uncertainties, parametric uncertainties, ...)</i></li> <li>• <i>The generalized plant framework</i></li> <li>• <i>Robust stability and performance analysis of uncertain dynamical systems</i></li> <li>• <i>Structured singular value theory</i></li> <li>• <i>Theory of optimal H-infinity controller design</i></li> <li>• <i>Application of modern controller design methods (H-infinity control and mu-synthesis) to concrete examples</i></li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>C.W. Scherer, Theory of Robust Control, Lecture Notes.</i></li> <li>• <i>G.E. Dullerud, F. Paganini, A Course in Robust Control, Springer-Verlag 1999.</i></li> <li>• <i>S. Skogestad, I. Postlethwaite, Multivariable Feedback Control: Analysis und Design, Wiley 2005.</i></li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 186301 Vorlesung mit Übung und Miniprojekt Robust Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	18631 Robust Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Systemtheorie		

## Modul: 18640 Nonlinear Control

2. Modulkürzel:	074810140	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Frank Allgöwer Jan-Maximilian Montenbruck		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung: Konzepte der Regelungstechnik		
12. Lernziele:	<p>The student</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• knows the mathematical foundations of nonlinear control</li> <li>• has an overview of the properties and characteristics of nonlinear control systems,</li> <li>• is trained in the analysis of nonlinear systems with respect to system-theoretical properties,</li> <li>• knows modern nonlinear control design principles,</li> <li>• is able to apply modern control design methods to practical problems,</li> <li>• has deepened knowledge, enabling him to write a scientific thesis in the area of nonlinear control and systems-theory.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Course Nonlinear Control: Mathematical foundations of nonlinear systems, properties of nonlinear systems, non-autonomous systems, Lyapunov stability, ISS, Input/Output stability, Control Lyapunov Functions, Backstepping, Dissipativity, Passivity, and Passivity based control design</p>		
14. Literatur:	Khalil, H.: Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2000		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 186401 Vorlesung Nonlinear Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138h Gesamt: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	18641 Nonlinear Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik		

## 210 Wahlmodule aus BSc Simulation Technology

---

Zugeordnete Module:   10840 Fluidmechanik II  
                              38240 Simulation Methods in Physics for SimTech II

---

## Modul: 10840 Fluidmechanik II

2. Modulkürzel:	021420002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	Rainer Helmig Holger Class		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule aus BSc Simulation Technology --> Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule aus BSc Simulation Technology --> Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<b>Technische Mechanik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Statik starrer Körper</li> <li>• Einführung in die Elastostatik und Festigkeitslehre</li> <li>• Einführung in die Mechanik inkompressibler Fluide</li> </ul> <b>Höhere Mathematik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• Vektoranalysis</li> <li>• Numerische Integration</li> </ul> <b>Strömungsmechanische Grundlagen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls, Energie</li> <li>• Navier-Stokes-, Euler-, Reynolds-, Bernoulli-Gleichung</li> </ul>		
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen Kenntnisse über die Grundlagen der Strömung in verschiedenen natürlichen Hydrosystemen und deren Anwendung im Bau- und Umweltingenieurwesen.		
13. Inhalt:	Die Veranstaltung Fluidmechanik II befasst sich mit Strömungen in natürlichen Hydrosystemen. Ein Schwerpunkt der Fluidmechanik II sind Grundwasserströmungen. Die Grundwasserhydraulik umfasst Strömungen in gespannten, halbgespannten und freien Grundwasserleitern, Brunnenströmung, Pumpversuche und andere hydraulische Untersuchungsmethoden für die Erkundung von Grundwasserleitern. Außerdem werden Fragen der regionalen Grundwasserbewirtschaftung (z.B. Neubildung, ungesättigte Zone) diskutiert. Am Beispiel der Grundwasserströmung werden auch die Grundlagen der CFD (Computational Fluid Dynamics) erarbeitet, insbesondere die numerischen Diskretisierungsverfahren Finite-Volumen und Finite-Differenzen. Darüberhinaus werden Turbulenz und damit verbundene Berechnungsansätze behandelt, ebenso die Umströmung von Körpern und damit verbundene Strömungskräfte. Anhand von Beispielen aus dem wasserbaulichen Versuchswesen erfolgt eine Einführung in die Ähnlichkeitstheorie und in die Verwendung		

dimensionsloser Kennzahlen. Die erarbeiteten Kenntnisse der Strömung inkompressibler Fluide werden auf kompressible Fluide (z.B. Luft) übertragen. Inhalte sind:

- Potentialströmungen und Grundwasserströmungen
- Computational Fluid Dynamics
- Ähnlichkeitstheorie und dimensionslose Kennzahlen
- Strömung kompressibler Fluide
- Strömungskräfte
- Beispiele aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen

---

14. Literatur:

- Helmig, R., Class, H.: Grundlagen der Hydromechanik, Shaker Verlag, Aachen, 2005
- Truckenbrodt, E.: Fluidmechanik, Springer Verlag, 1996
- White, F.M.: Fluid Mechanics, WCirpka, O.A.: Ausbreitungs- und Transportvorgänge in Strömungen CB/McGraw-Hill, New York, 1999
- Cirpka, O.A.: Ausbreitungs- und Transportvorgänge in Strömungen

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 108401 Vorlesung Fluidmechanik II
- 108402 Übung Fluidmechanik II

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: (6 SWS) 84 h  
Selbststudium (1,2 h pro Präsenzstunden): 100 h  
**Gesamt: 184 h (ca. 6 LP)**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 10841 Fluidmechanik II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- Schriftliche Prüfungsvorleistung/ Scheinklausur

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Entwicklung der Grundlagen als Tafelanschrieb, Lehrfilme zur Verdeutlichung fluidmechanischer Zusammenhänge, zur Vorlesung und Übung web-basierte Unterlagen zum vertiefenden Selbststudium.

---

20. Angeboten von:

Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---

## Modul: 38240 Simulation Methods in Physics for SimTech II

2. Modulkürzel:	082300666	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Holm		
9. Dozenten:	Christian Holm Maria Fyta		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule aus BSc Simulation Technology --> Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule aus BSc Simulation Technology --> Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Contents of the Module "Simulationsmethoden in der Physik für SimTech I		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thorough understanding of the methods for the simulation of physical phenomena of classical and quantum-mechanical systems</li> <li>• Competence to autonomously use various simulation software</li> <li>• The lab sessions also supports the students' media competence</li> </ul>		
13. Inhalt:	Homepage (SS 2016): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2016">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2016</a> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ab-initio MD</li> <li>• Advanced MD Methods</li> <li>• Implicit Solvent Models</li> <li>• Methods for Hydrodynamic Interactions</li> <li>• Methods for Electrostatic Interactions</li> <li>• Coarse-graining</li> <li>• Advanced MC Methods</li> <li>• Computing Free Energies</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, "Understanding Molecular Simulations, Academic Press, San Diego, 2002.</li> <li>• Allen, Tildesley, "Computer Simulation of Liquids. ,Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford 1987.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 382401 Lecture Simulation Methods in Physics for SimTech II</li> <li>• 382402 Tutorial Simulation Methods in Practice</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture: Simulation Methods in Physics II: 28h Attendance, 56h Self-studies</li> <li>• Tutorial Simulation Methods in Practice: 28h Attendance, 68h Tasks</li> </ul> <p>Sum: 180h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 38241 Simulation Methods in Physics for SimTech II (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		

50% der Punkte in den Übungen

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Computerphysik

---

## Modul: 21340 Strömungslehre II

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ewald Krämer		
9. Dozenten:	Ewald Krämer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Physik und Grundlagen der Elektrotechnik, HM I-III, Strömungslehre I, Thermodynamik Grundlagen		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Annahmen, Vereinfachungen und Einschränkungen, die der Potenzialtheorie zugrunde liegen und können die behandelten Gleichungen auf einfache Strömungsprobleme anwenden</li> <li>• können einfache inkompressible ebene Strömungen durch die Überlagerung elementarer Potenzialströmungen approximieren und daraus das Geschwindigkeits- und Druckfeld der Strömung näherungsweise berechnen</li> <li>• können m.H. der Singularitätenmethode Geschwindigkeits- und Druckverteilungen, sowie Kraft und Momentenbeiwerte für einfache Tragflügelprofile berechnen</li> <li>• können die fundamentalen Strömungsvorgänge am Tragflügel endlicher Streckung qualitativ beschreiben und einfache Berechnungen der an einem Flugzeug im stationären Geradeausflug auftretenden Kräfte durchführen</li> <li>• kennen die relevanten physikalischen Größen, die die Eigenschaften, Strömungszustände und Zustandsänderungen von kompressiblen Fluiden beschreiben</li> <li>• können die fundamentalen Zusammenhänge und Abhängigkeiten dieser phys. Größen für einfache Strömungsvorgänge sowie strömungsphänomenologische Besonderheiten kompressibler Strömungen erkennen und beschreiben</li> <li>• kennen die Herleitung des Energiesatzes zugrunde liegenden physikalischen Prinzipien und können die aus den Erhaltungssätzen abgeleiteten integralen Gleichungen auf einfache eindimensionale reibungsfreie kompressible Strömungen anwenden</li> <li>• können den Verlauf der Temperaturschicht in Wandnähe in Abhängigkeit der relevanten Parameter qualitativ darstellen</li> <li>• können die gasdynamischen Beziehungen auf einfache 1D Innen- und Außenströmungen mit und ohne Verdichtungsstöße und Expansionen anwenden</li> <li>• können die 1D Strömung in Düsen und Diffusoren bei gegebener Kontur berechnen</li> <li>• sind in der Lage, dank des erworbenen physikalischen Verständnisses, Ergebnisse kritisch zu hinterfragen und auf Plausibilität zu überprüfen</li> </ul>		

13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehungsfreie und drehungsbehaftete Strömungen: Begriffe und Definitionen, Wirbelsätze, Potenzialströmungen, Singularitätenmethode</li> <li>• Einführung in die Aerodynamik von Luftfahrzeugen (Unterschall): Profile, Flügel endlicher Streckung, statische Stabilität in der Längsbewegung</li> <li>• Energieerhaltungssatz: Begriffe und Definitionen, Herleitung der differentiellen Form, Spezialformen, Temperaturgrenzschichten bei idealen Gasen, kompressible, reibungsfreie Strömungen</li> <li>• Gasdynamik: Erhaltungssätze bei 1D-Strömungen, isentrope Strömungen in der Stromröhre, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße, Expansionen, Stoß-Expansionstheorie, Düsenströmungen, Diffusorströmungen</li> </ul>
14. Literatur:	<p>Zusätzlich zur Literatur zum Modul SL I:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anderson, J.D. Jr.: Modern Compressible Flow, Mc Graw-Hill, 1990</li> <li>• Anderson, J.D. Jr.: Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, AIAA, 2000</li> <li>• Oswatitsch, K.: Grundlagen der Gasdynamik, Springer, 1976</li> <li>• Shapiro, A.H.: The Dynamics and Thermodynamics of Compressible Fluid Flow. 2 Bände, The Ronald Press Company, (Bd.1), 1953 bzw. (Bd. 2), 1954</li> <li>• Skript</li> <li>• Foliensatz</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 213403 Tutorium Strömungslehre II</li> <li>• 213402 Übung Strömungslehre II</li> <li>• 213401 Vorlesung Strömungslehre II</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (55h Präsenzzeit, 125h Selbststudium)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	21341 Strömungslehre II (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 140 min Kurzfragen ohne Hilfsmittel, 80 min Aufgaben mit Hilfsmitteln
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	PowerPoint, Overhead-Projektor, Visualizer, Kurzvideos
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

## Modul: 21360 Wärmeübertragung / Wärmestrahlung

2. Modulkürzel:	060700002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Rico Poser		
9. Dozenten:	Poser, Rico; Dr.-Ing. Lamanna, Grazia; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	060100009 Strömungslehre I 060700001 Thermodynamik Grundlagen		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Wärmetransportmechanismen.</li> <li>• sind in der Lage eindimensionale stationäre und instationäre Wärmeleitungsvorgänge zu analysieren.</li> <li>• besitzen ein grundlegendes Verständnis zur numerischen Behandlung von Wärmeleitungsproblemen.</li> <li>• kennen die Formen der konvektiven Wärmeübertragung und die zugehörigen Kenngrößen.</li> <li>• verstehen die phänomenologischen Zusammenhänge bei Wärmetransportvorgängen mit Phasenübergängen.</li> <li>• sind in der Lage, verschiedene Wärmetauscherkonfigurationen zu analysieren.</li> <li>• kennen die Grundlagen der Wärmestrahlung.</li> <li>• verstehen die Strahlungseigenschaften technischer Oberflächen.</li> <li>• können Energie- und Strahlungsbilanzen für grundlegende Geometrien beschreiben.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Wärmestrahlung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung der Wärmestrahlung</li> <li>• Schwarzer/Grauer Strahler (Hohlraumstrahlung, Kirchhoffscher Satz, Reflexion, Absorption, Transmission, Plancksche Strahlungsformel, Stefan-Boltzmannsches Gesetz)</li> <li>• Geometrische Grundlagen der Übertragung von Strahlungsenergie (Energiebilanzen, Einstrahlzahlen, Rückführung auf bekannte Einstrahlzahlen)</li> <li>• Energetische Beschreibung der Wärmestrahlung</li> <li>• Thermodynamische Eigenschaften der Strahlung (Energie, Strahlungsdruck, Enthalpie und Entropie)</li> </ul> <p><b>Wärmeübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationäre und instationäre Wärmeleitung für 1D und 2D Probleme</li> <li>• Analytische und numerische Lösung von Wärmeleitproblemen</li> <li>• Konvektive Wärmeübertragung</li> <li>• Freie- und erzwungene Konvektion</li> <li>• Nußelt Beziehungen</li> <li>• Reynoldssche Analogie</li> <li>• Ähnlichkeitstheorem der Wärmeübertragung</li> <li>• Wärmeübertragung bei Änderung des Aggregatzustandes</li> </ul>		

- Wärmetauscher
- 

14. Literatur:

Vorlesungsskripte.  
W. Kays, M. Crawford, B. Weigand: Convective heat and mass transfer, Mc Graw Hill, 2004.  
F.P. Incropera, D.P. de Witt: Fundamentals of Heat and Mass Transfer, John Wiley und Sons, 1990.  
H.D. Baehr, K. Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer, 1994.  
R. Siegel, J.R. Howell, J. Lohrengel: Wärmeübertragung durch Strahlung, Teil 1+2, Springer, 1988.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 213601 Vorlesung Wärmestrahlung
  - 213602 Übung Wärmestrahlung
  - 213603 Tutorium Wärmestrahlung
  - 213606 Tutorium Wärmeübertragung
  - 213605 Übung Wärmeübertragung
  - 213604 Vorlesung Wärmeübertragung
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Wärmestrahlung, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)  
Wärmeübertragung, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)  
Wärmeübertragung, Übungen: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h)  
Gesamt: 203 h (70 h Präsenzzeit, 133 h Selbststudium)

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

21361 Wärmeübertragung / Wärmestrahlung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Klassische Form der Stoffvermittlung in der Vorlesung unter Verwendung von Tafel, Overhead, Beamer und Anschauungsobjekten. Der Vorlesungsstoff wird in Übungen vertieft.

---

20. Angeboten von:

Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

---

## Modul: 21820 Statistical and Adaptive Signal Processing

2. Modulkürzel:	051610012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bin Yang		
9. Dozenten:	Bin Yang		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledges about signals and systems are mandatory. Solid knowledges of probability theory, random variables, and stochastic processes as from the course Stochastische Signale are highly recommended.		
12. Lernziele:	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• master advanced methods for parameter and signal estimation,</li> <li>• can solve practical problems by using techniques of statistical and adaptive signal processing,</li> <li>• can estimate the accuracy of parameter and signal estimation in advance.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Parameter estimation, estimate and estimator, bias, covariance matrix, mean square error (MSE)</li> <li>• Classical parameter estimation, minimum variance unbiased estimator (MVUE), Cramer-Rao bound (CRB), efficient and consistent estimator, maximum-likelihood (ML) estimator, least-squares (LS) estimator, transform of parameters</li> <li>• Bayesian parameter estimation, maximum a posteriori (MAP), minimum mean square error (MMSE), linear MMSE</li> <li>• System identification, channel equalization, linear prediction, interference cancellation</li> <li>• Wiener filter, Wiener Hopf equation, method of steepest descent, linear prediction, Levinson-Durbin algorithm, lattice filter</li> <li>• Kalman filter, innovation approach</li> <li>• Adaptive filter, block and recursive adaptive filter, least mean square (LMS) algorithm, recursive least square (RLS) algorithm</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture slides, video recording of the lecture</li> <li>• S. M. Kay: Fundamentals of statistical signal processing - Estimation theory, vol. 1, Prentice-Hall, 1993</li> <li>• S. Haykin: Adaptive filter theory, Prentice-Hall, 2002</li> <li>• D. G. Manolakis et al.: Statistical and adaptive signal processing, McGraw-Hill, 2000</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 218202 Übung Statistical and adaptive signal processing</li> <li>• 218201 Vorlesung Statistical and adaptive signal processing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Presence time:</b> 56 h  <b>Self study:</b> 124 h  <b>Total:</b> 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	21821 Statistical and Adaptive Signal Processing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		

In case of a small number of attending students, the exam can be oral. This will be announced in the lecture.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: computer, beamer, video recording of all lectures and exercises

---

20. Angeboten von: Netzwerk- und Systemtheorie

---

## Modul: 22190 Detection and Pattern Recognition

2. Modulkürzel:	051610013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bin Yang		
9. Dozenten:	Bin Yang		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledges about signals and systems are mandatory. Solid knowledges of probability theory, random variables, and stochastic processes as from the course Stochastische Signale are highly recommended.		
12. Lernziele:	<p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• master advanced methods for detection and pattern recognition,</li> <li>• can solve practical problems by using techniques of detection and machine learning,</li> <li>• can estimate the accuracy of detection and pattern recognition in advance.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian decision, minimum risk decision, zero/one loss, discriminant functions</li> <li>• Supervised learning, nearest neighbours, Bayesian classification, Gaussian mixture model, linear discriminant functions, neural networks, support vector machines</li> <li>• Unsupervised learning, clustering, k-means, fuzzy c-means, mean-shift, DBSCAN</li> <li>• Feature selection, SFFS, feature transform</li> <li>• Signal detection, Bayesian detection, minimax detection, Neyman-Pearson detection, hypothesis testing, likelihood-ratio test</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture slides, video recording of the lecture</li> <li>• R. O. Duda, P. E. Hart and D. G. Stork: Pattern Classification, Wiley-Interscience, 2001</li> <li>• S. M. Kay: Fundamentals of Statistical Signal Processing - Detection Theory, Prentice Hall, 1998</li> <li>• L. L. Scharf: Statistical Signal Processing, Addison-Wesley, 1991</li> <li>• H. V. Poor: An Introduction to Signal Detection and Estimation, Springer, 1988</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 221901 Vorlesung Detection and pattern recognition</li> <li>• 221902 Übung Detection and pattern recognition</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Presence time:</b> 56 h  <b>Self study:</b> 124 h  <b>Total:</b> 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>22191 Detection and Pattern Recognition (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <p>In case of a small number of attending students, the exam can be oral. This will be announced in the lecture.</p>		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: computer, beamer, video recording of all lectures and exercises

---

20. Angeboten von: Netzwerk- und Systemtheorie

---

## Modul: 24930 Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke

2. Modulkürzel:	020300012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Manfred Bischoff Wolfgang Ehlers Holger Steeb		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studenten haben die Grundlagen computerorientierter Methoden zur Beschreibung des Verhaltens von Kontinua und Flächentragwerken verstanden. Dies umfasst elementare Konzepte einer kontinuumsmechanischen Modellbildung und deren numerischer Durchdringung im Hinblick auf die Analyse allgemeiner Deformations-, Versagens- und Transportprozesse im Bauingenieurwesen. Damit ist eine notwendige Voraussetzung für die verantwortliche Planung moderner Ingenieuraufgaben der Bau- und Umweltwissenschaften geschaffen.</p> <p>Die Methoden der Kontinuumsmechanik und Materialtheorie werden in einer vereinheitlichten Form auf der Grundlage von Energiemethoden begriffen. Am Ende der Lehrveranstaltung stehen den Studenten die für die Modellbildung und die Beurteilung des Tragverhaltens von Flächentragwerken (Scheiben und Platten) notwendigen theoretischen und methodischen Grundlagen zur Verfügung. Wichtige mathematische und mechanische Grundlagen für ein tieferes Verständnis der Methode der finiten Elemente auf der Basis von Energiemethoden wurden geschaffen.</p> <p>Die Studenten haben dimensionsreduzierte Modelle und Diskretisierungsverfahren, die heute in allen Ingenieurbereichen eingesetzt werden, kennengelernt. Die Kombination von mechanischen Grundlagen und beispielhafter Anwendung in der Tragwerksmodellierung schafft die notwendige Wissensbasis zum verantwortlichen und kritischen Umgang mit solchen Methoden bei der Modellierung und Simulation allgemeiner Prozesse des Bau- und Umweltingenieurwesens.</p>		
13. Inhalt:	<p>Die Lehrveranstaltung kombiniert Themen aus der Technischen Mechanik (Ehlers/Miehe) und der Baustatik und Baudynamik (Bischoff).</p> <p>Ein grundlegendes Verständnis für die Notation der Kontinuumsthermodynamik ist für Prozessbeschreibungen des Bauingenieurwesens elementar, insbesondere auch in Hinblick auf umweltrelevante Transportprozesse mit Kopplungen mechanischer und nicht-mechanischer Einflüsse (thermomechanische Kopplungen, Festkörper-Fluid-Kopplungen). Dies umfasst Elemente der Tensorrechnung, der Kinematik der Kontinua, der Bilanzgleichungen sowie der Materialtheorie.</p>		

Die Vorlesung beginnt mit einer vereinheitlichten Darstellung dieser Elemente auf einem allgemeinverständlichen Niveau. Vehikel dieser Darstellung bilden u. a. energetische Methoden, die zu kompakten Variationsformulierungen führen. Darauf aufbauend werden Theorie, Berechnung und Tragverhalten von Scheiben und Platten besprochen. Es wird gezeigt, wie die entsprechenden Modelle und Gleichungen sowohl aus phänomenologischer Anschauung als auch formal durch Dimensionsreduktion aus den Feldgleichungen der dreidimensionalen Kontinuumsmechanik erhalten werden können.

Aufgrund ihrer großen Bedeutung in der Praxis werden die Methode der finiten Elemente zur Berechnung von Scheiben und Platten und ihr Zusammenhang mit den zuvor besprochenen Energie- und Variationsmethoden erläutert. Dabei stehen Modellbildung sowie Ergebnisinterpretation und -kontrolle in Vordergrund. Schließlich wird die ebenfalls auf energetische Betrachtungen zurückgehende Ermittlung und Auswertung von Einflusslinien und Einflussflächen für Stabtragwerke und Platten behandelt.

Im Einzelnen werden folgende Vorlesungsinhalte behandelt:

**Kontinua**

- Zusammenfassung des Tensorkalküls
- Elementare Kinematik der Kontinua
- Mechanische und thermodynamische Bilanzgleichungen
- Elemente der Materialtheorie (Festkörper, Fluide, Gase)
- Variationsprinzipie für Kontinua (Lagrange und Hamilton)

**Flächentragwerke**

- Scheibentheorie, Plattentheorien nach Kirchhoff und Mindlin
- Tragverhalten von Flächentragwerken
- Dimensionsreduktion, Schnittgrößen, kinematische Variablen und Randbedingungen
- finite Elemente für Scheiben und Platten
- Modellbildung mit finiten Elementen
- Anwendung, Ergebnisinterpretation und Kontrolle
- Einflusslinien und Einflussflächen

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsmanuskript "Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke", Institut für Baustatik und Baudynamik</li><li>• P. Chadwick [1999], Continuum Mechanics, Dover Publications</li><li>• P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2. Auflage, Springer</li><li>• W. Nolting [2006], Grundkurs Theoretische Physik: 2 Analytische Mechanik, 7. Auflage, Springer</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 249301 Vorlesung Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke</li><li>• 249302 Übung Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 24931 Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich</li><li>• Vorleistung: 4 bestandene Hausübungen (unbenotet)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	

---

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Baustatik und Baudynamik

---

## Modul: 24940 Statistik und Optimierung

2. Modulkürzel:	020400711	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Ullrich Martin		
9. Dozenten:	Markus Friedrich Wolfgang Nowak Ullrich Martin Manfred Bischoff Fabian Hantsch		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Statistik/Informatik (Bachelor), Höhere Mathematik I - III, Grundkenntnisse MATLAB (MATrixLABoratory)		
12. Lernziele:	<p>Die Teilnehmer beherrschen die Grundlagen stochastischer Modellierung, d. h. das Erzeugen von Zufallszahlen und von zufälligen Reihen bestimmter Verteilung sowie deren Einsatz in Modellierung und der Simulation, z. B. im Bereich der Sicherheitsrechnung. Sie können anhand der Problemstellung und der Datenlage ein geeignetes Simulationsmodell auswählen und die Signifikanz der Ergebnisse kritisch bewerten. Sie sind mit dem Konzept der multivariaten Statistik vertraut, das zum Einsatz kommt, wenn mehrere, statistisch voneinander abhängige Größen gleichzeitig modelliert werden.</p> <p>Die Teilnehmer können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die in der Statistik und Optimierung verwendeten Begriffe verstehen,</li> <li>• lineare und nicht-lineare Optimierungsprobleme formulieren und lösen,</li> <li>• Methoden der Graphentheorie anwenden,</li> <li>• Heuristische Methoden verstehen und beispielhaft anwenden.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Veranstaltung <b>Statistik für Ingenieure</b> :</p> <p>Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der stochastischen Modellierung und Simulation von stationären und instationären Parametern, Prozessen und Systemen. Die Bedeutung der Zufallszahlen wird hierbei besonders herausgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erzeugen und Beurteilen von Zufallszahlen,</li> <li>• Erzeugen von zufälligen Reihen, die einer (diskreten oder kontinuierlichen) Verteilung folgen,</li> <li>• Beschreibung und Erzeugung multivariater Verteilungen,</li> <li>• Hauptkomponentenanalyse,</li> <li>• Modellierung- und Optimierungsverfahren, z.B. Monte-Carlo-Simulation, Bootstrapping,</li> <li>• Zuverlässigkeit von Systemen, Kenngrößen der Zuverlässigkeit, Verteilungen der Zuverlässigkeitsparameter, Zustand von zusammengesetzten Anlagen, Lebensdauer von zusammengesetzten Anlagen, Simulation der Zuverlässigkeit,</li> <li>• Systeme mit Gedächtnis.</li> </ul>		

In der Veranstaltung **Optimierungsverfahren für Ingenieur Anwendungen** erfolgt eine Behandlung folgender Themengebiete:

- Vom Problem zum Modell und zur Methode: Überblick über Begriffe, Modelle und Methoden,
- Methoden der linearen Optimierung,
- Rechnerbasierte Verfahren und Programme der Linearen Optimierung,
- Methoden der nicht-linearen Optimierung,
- Graphen und Netzwerke (Graphentheorie, kürzeste Wege, Rundreiseprobleme, Tourenplanung, Flussalgorithmen und Netzplantechnik,).
- Heuristische Methoden (Neuronale Netze, Genetische Algorithmen, Simulated Annealing),
- Modelle und Methoden der Simulation (Zelluläre Automaten, Monte-Carlo, Agentensysteme),
- Vorstellung von Anwendungsfeldern am Beispiel.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zu den Lehrveranstaltungen Statistik für Ingenieure und Optimierungsverfahren für Ingenieur Anwendungen</li> <li>• Jarre/Stoer: Optimierung, Springer-Lehrbuch, neueste Auflage</li> <li>• Fahrmeir/Künstler/Pigeot/Tutz: Statistik: Der Weg zur Datenanalyse, Springer-Lehrbuch, neueste Auflage</li> <li>• Tarantola: Inverse Problem Theory and Methods for Model Parameter Estimation, Society for Industrial and Applied Mathematics, neueste Auflage</li> <li>• Alt: Nichtlineare Optimierung: Eine Einführung in Theorie, Verfahren und Anwendungen Vieweg Studium: Aufbaukurs Mathematik, Vieweg+Teubner Verlag, neueste Auflage</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 249401 Statistik für Ingenieure (Vorlesung)</li> <li>• 249402 Statistik und Optimierung (Übung)</li> <li>• 249403 Optimierungsverfahren für Ingenieur Anwendungen (Vorlesung)</li> <li>• 249404 Statistik und Optimierung (Übung)</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 55 h                  Selbststudium: 125 h  <b>Gesamt: 180 h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 24941 Statistik und Optimierung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Entwicklung der Grundlagen als Präsentation sowie Tafelanschrieb zur Vorlesung, Webbasierte Unterlagen zum vertiefenden Selbststudium
20. Angeboten von:	Schienenbahnen und Öffentlicher Verkehr

---

## Modul: 25170 Schalen

2. Modulkürzel:	020300012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Manfred Bischoff		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Computerorientierte Methoden für Kontinua und Flächentragwerke		
12. Lernziele:	Die Vorlesung vermittelt das Verständnis des Tragverhaltens von Schalen und Faltenwerken und versetzt die Studenten in die Lage, entsprechende Rechenergebnisse mit FEM-Programmen richtig zu interpretieren und kritisch zu hinterfragen. Die Studenten können Berechnungen nach der Membrantheorie an rotationssymmetrischen Schalen durchführen. Der Zusammenhang zwischen dem Tragverhalten und konstruktiven Maßnahmen (Lagerung, Anbringung von Steifen) wird verstanden. Die Studenten haben einen Überblick über das nichtlineare Verhalten von Schalen, insbesondere die ausgeprägte Imperfektionsempfindlichkeit ihrer Stabilitätseigenschaften.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• historischer Überblick</li> <li>• Geometrische Grundlagen und Tragverhalten</li> <li>• Schalenmodelle, Annahmen und Voraussetzungen</li> <li>• Membrantheorie, Grundgleichungen und rotationssymmetrischer Fall</li> <li>• Berechnung von Schnittgrößen und Verschiebungen</li> <li>• Biegetheorie der Zylinderschalen</li> <li>• Finite Elemente für Schalen, Anwendung von FE-Programmen</li> <li>• Stabilität</li> </ul>		
14. Literatur:	Vorlesungsmanuskript "Schalen", Institut für Baustatik und Baudynamik		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 251701 Vorlesung Schalen</li> <li>• 251702 Übung Schalen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25171 Schalen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich</li> </ul> Vorleistung: 3 bestandene Hausübungen (unbenotet)		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Baustatik und Baudynamik		

## Modul: 25530 Wahrscheinlichkeit und Statistik

2. Modulkürzel:	080600100	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Hesse		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zulassungsvoraussetzung: Analysis 1, Analysis 2 Inhaltliche Voraussetzung: LAAG 1, LAAG 2		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis grundlegender wahrscheinlichkeitstheoretischer Konzepte und Fähigkeit, diese in den Anwendungen einzusetzen.</li> <li>• Korrektes Formulieren und selbständiges Lösen von mathematischen Problemen.</li> <li>• Abstraktion und mathematische Argumentation.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Entwicklung und Untersuchung mathematischer Modelle für zufallsabhängige Vorgänge: Maßtheoretische Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeitsräume, Kombinatorik, Zufallsvariablen, Erwartungswerte, Verteilungen, Dichten, charakteristische Funktionen, Unabhängigkeit, bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Konvergenzbegriffe, Gesetze der großen Zahlen, zentrale Grenzwertsätze, Elemente der Statistik wie Schätzer, Konfidenzbereiche, statistische Hypothesentests und lineare Modelle.		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 255302 Übung Wahrscheinlichkeit und Statistik</li> <li>• 255301 Vorlesung Wahrscheinlichkeit und Statistik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden:	63 h	
	Selbststudium:	207 h	
	<b>Gesamt:</b>	<b>270 h</b>	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25531 Wahrscheinlichkeit und Statistik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Stochastik		

**Modul: 26410 Molekularsimulation**

2. Modulkürzel:	042100004	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß Niels Hansen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	inhaltlich: Technische Thermodynamik I und II, Molekulare Thermodynamik formal: Bachelor-Abschluss		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können mit Hilfe von Computersimulationen thermodynamische Stoffeigenschaften einzig aus zwischenmolekularen Kräften ableiten.</li> <li>• können etablierte Methoden im Bereich der „Molekulardynamik“, und der „Monte-Carlo-Simulation“, anwenden und haben darüber hinaus vertiefte Kenntnisse um eigene Programme zur Berechnung verschiedener Stoffeigenschaften wie beispielsweise Diffusionskoeffizienten zu entwickeln. ;</li> <li>• können durch die Simulationen unterstützt eine optimale Auswahl von Fluiden für eine verfahrenstechnische Anwendung generieren, so beispielsweise ein prozessoptimiertes Lösungsmittel.</li> <li>• haben die Fähigkeit bestehende Berechnungsmethoden bezüglich ihrer physikalischen Grundannahmen, der Genauigkeit der Ergebnisse und der Recheneffizienz zu bewerten und weiter zu entwickeln. ;</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Ausgangspunkt sind Modelle der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, wie Hartkörper-, Square-Well-, und Lennard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale. Die Grundlagen der molekularen Simulation werden diskutiert: periodische Randbedingungen, Minimum-Image-Konvention, Abschneideradien, Langreichweitige Korrekturen. Eine Einführung in die beiden grundlegenden Simulationsmethoden Molekulardynamik und Monte-Carlo-Technik wird gegeben. Die Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen aus geeigneten Ensemble-Mittelwerten von Simulationen wird etabliert. Die Paarkorrelationsfunktionen werden als strukturelle Eigenschaften diskutiert. Spezielle Methoden zur simulativen Berechnung von Phasengleichgewichten werden eingeführt.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• M.P. Allen, D.J. Tildesley: Computer Simulation of Liquids, Oxford University Press</li> <li>• D. Frenkel, B.J. Smit: Understanding Molecular Simulation: From Algorithms to Applications, Academic Press</li> </ul>		

	<ul style="list-style-type: none"><li>• D.C. Rapaport: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 264101 Vorlesung Molekularsimulation</li><li>• 264102 Übung Molekularsimulation</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 h Nachbearbeitungszeit: 124 h Summe: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	26411 Molekularsimulation (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvoraussetzung: (USL-V), schriftliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhaltes als Tafelanschrieb. Die Übung wird als Rechnerübung gehalten.
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik

## Modul: 28440 Astrophysik

2. Modulkürzel:	081900302	5. Moduldauer:	Zweitemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Holger Cartarius		
9. Dozenten:	Günter Wunner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche astronomische Beobachtungsergebnisse im Sonnen- und Milchstraßensystem und im Kosmos und verfügen über die theoretisch-physikalischen Kenntnisse zur Interpretation der Ergebnisse.</li> <li>• Sie können astrophysikalische Probleme mathematisch behandeln und lösen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Astronomie und Astrophysik 1</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Sternentstehung, Endstadien von Sternen</li> <li>• Zustandsgleichungen normaler und entarteter Materie</li> <li>• Theorie der Weißen Zwergsterne und der Neutronensterne</li> <li>• Pulsare und Neutronensterne: Beobachtungen und spektakuläre Physik</li> <li>• Steilkurs Allgemeine Relativitätstheorie und klassische Tests im Sonnensystem</li> <li>• Das Prunkstück der ART: der Doppelpulsar 1913+16, Gravitationswellen</li> </ul> <p><b>Astronomie und Astrophysik 2 (Kosmologie)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosmologie auf der Grundlage der Allgemeinen Relativitätstheorie:</li> <li>• Lösung der Gravitationsgleichungen, kosmologische Rotverschiebung</li> <li>• Weltmodelle mit kosmologischer Konstante</li> <li>• Supernovae und Kosmologie</li> <li>• Anisotropie der kosmischen Hintergrundstrahlung</li> <li>• Das frühe Universum (Szenarien für die Evolution des Universums)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spatschek: Astrophysik, Teubner Stuttgart</li> <li>• Baschek, Unsöld, Der neue Kosmos, Springer Heidelberg</li> <li>• Weigert, Wendker, Astronomie und Astrophysik, VCH Weinheim</li> <li>• Berry, Kosmologie und Gravitation, Teubner Stuttgart</li> <li>• Sexl, Weiße Zwerge, schwarze Löcher, Vieweg</li> <li>• Goenner, Einführung in die Kosmologie, Spektrum Akad. Verlag Heidelberg</li> <li>• Rebhan, Theoretische Physik, Band 1, Relativitätstheorie, Spektr. Akad. Verlag Heidelberg</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 284401 Vorlesung Astrophysik 1</li> <li>• 284402 Übung Astrophysik 1</li> <li>• 284404 Übung Astrophysik 2</li> <li>• 284403 Vorlesung Astrophysik 2</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung:**

Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)\*28 Wochen = 84 h

Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 21 h

**Übungen:**

Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)\*28 Wochen = 63 h

Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 60 h

**Prüfung incl. Vorbereitung** = 270 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

• 28441 Astrophysik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

• V Vorleistung (USL-V), Sonstige

erfolgreiche Teilname in den Übungen beider Vorlesungsteile

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Theoretische Physik

---

## Modul: 28620 Stochastic Dynamics I + II

2. Modulkürzel:	082110320	5. Moduldauer:	Zweitemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans Peter Büchler		
9. Dozenten:	Felix Höfling		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Theoretische Physik I - IV		
12. Lernziele:	Students master the basic concepts and techniques of stochastic dynamics for modelling processes in physics, chemistry and biology.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Review of probability theory and stochastic processes: random variables, analysis of stationary data.</li> <li>• Basic equations for stochastic processes: Markov processes, the Master Equation, the Fokker-Planck equation, the Langevin Equation</li> <li>• Detailed balance and stationary non-equilibrium states</li> <li>• Driven systems</li> <li>• Dynamics: temporal correlations, linear response and fluctuation-dissipation theorem</li> <li>• Non-equilibrium thermodynamics: entropy production, Jarzynski relations and fluctuations theorems</li> <li>• Master equation: examples and treatments, connection with the Monte Carlo simulation methods</li> <li>• Applications: evolutionary dynamics, chemical reactions, dynamic phase transitions in driven lattice gases</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Honerkamp: Stochastic Dynamical Systems: Concepts, Numerical Methods, Data Analysis", Wiley, 1994</li> <li>• van Kampen: "Stochastic processes in physics and chemistry", Elsevier, 1992</li> <li>• Gardiner: "Handbook of stochastic methods for physics, chemistry and the natural sciences", Springer, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286201 Vorlesung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286203 Vorlesung Stochastic Dynamics II</li> <li>• 286202 Übung Stochastic Dynamics I</li> <li>• 286204 Übung Stochastic Dynamics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung:</u></b>                      Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 28 Wochen = 42 h                      Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen:</u></b>                      Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS) * 28 Wochen = 21 h                      Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h</p>		

Prüfung inkl. Vorbereitung = 60 h

**Gesamt: 270 h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 28621 Stochastic Dynamics I + II (PL), Mündlich, 30 Min.,  
Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Sonstige  
erfolgreiche Teilname in den Übungen beider Vorlesungsteile
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Computational Photonics

---

## Modul: 28650 Relativitätstheorie

2. Modulkürzel:	081900202	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Jörg Main		
9. Dozenten:	Jörg Main Johannes Roth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkurse des BSc-Studiengangs		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über ein grundlegendes Verständnis der Eigenschaften des Raum-Zeitkontinuums und können dieses in Übungen anwenden.		
13. Inhalt:	<p><b>Teil I: Spezielle Relativitätstheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorrelativistische Physik</li> <li>• Einsteins Relativitätsprinzip</li> <li>• Tensorkalkül</li> <li>• Relativistische Kinematik und Mechanik</li> <li>• Elektrodynamik als relativistische Feldtheorie</li> </ul> <p><b>Teil II: Allgemeine Relativitätstheorie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Allg. Relativitätstheorie</li> <li>• Mathematik gekrümmter Räume</li> <li>• Schwarzschild Metrik und Schwarze Löcher</li> <li>• Kosmologie</li> <li>• Gravitationswellen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U.E. Schröder, Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• R. Sexl, H. K. Schmidt, Raum-Zeit-Relativität</li> <li>• H Ruder, M. Ruder, Die Spezielle Relativitätstheorie</li> <li>• L.D. Landau, E.M. Lifschitz, Lehrbuch der Theoretischen Physik, Band II</li> <li>• S. Weinberg, Gravitation and Cosmology</li> <li>• M. Berry, Principles of cosmology and gravitation</li> <li>• P. Hyong, Relativistic Astrophysics and Cosmology</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 286503 Übung Relativitätstheorie Teil 1</li> <li>• 286504 Übung Relativitätstheorie Teil 2</li> <li>• 286501 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 1</li> <li>• 286502 Vorlesung Relativitätstheorie Teil 2</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b><u>Vorlesung</u></b> :</p> <p>Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS)*28 Wochen = 42 h Vor- u. Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde = 84 h</p> <p><b><u>Übungen</u></b>:</p> <p>Präsenzstunden: 0,75 h (1 SWS)*28 Wochen = 21 h Vor- u. Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63 h Prüfung incl. Vorbereitung = 60 h</p> <p><b><u>Gesamt</u></b>: 270 h</p>		



## Modul: 29410 Diskrete Optimierung

2. Modulkürzel:	050410110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof. Dr. Stefan Funke	
9. Dozenten:		Stefan Funke	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:		The participants get to know the basic techniques in discrete optimization and have a good overview of the standard methods to be able to deal with new problems instances.	
13. Inhalt:		We teach basic techniques of discrete optimization like (integer) linear programming, approximation algorithms and network flow algorithms.	
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		• 294101 Vorlesung Diskrete Optimierung	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29411 Diskrete Optimierung (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich, 120 Min.</li> <li>[29411] Diskrete Optimierung (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftliche Prüfung, 120 Min.</li> </ul>	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:		Algorithmik	

## Modul: 29430 Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900215	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn		
9. Dozenten:	Andrés Bruhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>• Modul 10170 Imaging Science</li> </ul>		
12. Lernziele:	Der Student / die Studentin beherrscht die Grundlagen der Merkmalsextraktion und -repräsentation, des 3-D Maschinensehens, der Bildsegmentierung sowie der Mustererkennung. Er/sie kann Probleme aus dem Fachgebiet einordnen und diese selbständig mit den erlernten Algorithmen und Verfahren lösen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lineare Diffusion, Skalenräume</li> <li>• Bildpyramiden, Kanten und Eckendetektion</li> <li>• Hough-Transformation, Invarianten</li> <li>• Texturanalyse</li> <li>• Scale Invariant Feature Transform (SIFT)</li> <li>• Bildfolgenanalyse: lokale Verfahren</li> <li>• Bewegungsmodelle, Objektverfolgung, Feature Matching</li> <li>• Bildfolgenanalyse: globale Verfahren</li> <li>• Kamerageometrie, Epipolargeometrie</li> <li>• Stereo Matching und 3-D Rekonstruktion</li> <li>• Shape-from-Shading</li> <li>• Isotrope und anisotrope nichtlineare Diffusion</li> <li>• Segmentierung mit globalen Verfahren</li> <li>• Kontinuierliche Morphologie, Schockfilter</li> <li>• Mean Curvature Motion</li> <li>• Self-Snakes, Aktive Konturen</li> <li>• Bayessche Entscheidungstheorie der Mustererkennung</li> <li>• Klassifikation mit parametrischen Verfahren, Dichteschätzung</li> <li>• Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren</li> <li>• Dimensionsreduktion</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.</li> <li>• Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.</li> <li>• L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.</li> <li>• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 294301 Vorlesung Computer Vision</li> <li>• 294302 Übung Computer Vision</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li></ul> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</p>
18. Grundlage für ... :	Correspondence Problems in Computer Vision
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

## Modul: 29440 Geometric Modeling and Computer Animation

2. Modulkürzel:	051900010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Guido Reina		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic computer graphics, for example: - 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	Students gain an understanding of the fundamental concepts and techniques of geometric modeling and computer animation. This includes theoretical and mathematical foundations, important algorithms, and implementation aspects as well as practical experience with modeling and animation tools such as Maya.		
13. Inhalt:	<p>This course covers foundations and methods for the modeling of scenes and for computer animation. This includes the representation of curves and surfaces, which are used by modeling and animation software for modeling of objects, description of the dynamics of parameters, or keyframe animation. Physically based animation describes motion via kinematic and dynamics laws of mechanics. Applications thereof include particle systems all the way to character animation and deformation. In particular, the following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Description and modeling of curves: differential geometry of curves, polynomial curves in general, interpolation, Bezier curves, B-splines, rational curves, NURBS</li> <li>- Description and modeling of surfaces: differential geometry of surfaces, tensor product surfaces, Bezier patches, NURBS, ruled surfaces, Coons pathes</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, sudivision curves, subdivision surfaces</li> <li>- Overview of animation techniques</li> <li>- Keyframe animation, inverse kinematics</li> <li>- Physically based animation of points and rigid bodies: kinematics and dynamics</li> <li>- Particle systems: Reeves, flocking and boids, agent-based simulation</li> <li>- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators</li> <li>- Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact</li> <li>- Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets</li> </ul>		

- Basics of film production: camera, lighting, production process, storyboard

---

14. Literatur:

- D. Eberly, 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-Time Computer Graphics. Morgan Kaufmann, 2000.
  - G. Farin: Curves and Surfaces for CAGD: A Practical Guide. Morgan Kaufmann, 2002.
  - R. Parent: Computer Animation: Algorithms and Techniques. Morgan Kaufmann, 2002.
  - W. H. Press, B. P. Flannery, S. A. Teukolsky, W. T. Vetterling: Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29441 Geometric Modeling and Computer Animation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29441] Geometric Modeling and Computer Animation (PL), mündliche Prüfung, 30 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich, Erfolgreiche Teilnahme an Übungen
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Video projector, blackboard, exercises using PCs

---

20. Angeboten von:

Visualisierung

---

## Modul: 29450 Graphentheorie

2. Modulkürzel:	050420105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Ulrich Hertrampf		
9. Dozenten:	Volker Diekert Ulrich Hertrampf Manfred Kufleitner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundvorlesungen in theoretischer Informatik		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen typische Denk- und Herangehensweisen aus der Graphentheorie. Die Beziehung zwischen diversen Graphparametern werden verstanden, ebenso wie ihre algorithmische Relevanz. Die Eigenschaften der wichtigsten Graphklassen erschließen sich den Studierenden.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung behandelt algorithmische Problem und strukturelle Zusammenhänge bei Graphen. Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eulergraphen</li> <li>• Cographen</li> <li>• Bipartite Graphen</li> <li>• Planare Graphen, Eulerformel, Satz von Kuratowski</li> <li>• Graphparameter</li> <li>• Perfekte Graphen</li> <li>• Graphenfärbungen und der Satz von Ramsey</li> <li>• Extremale Graphentheorie</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinhard Diestel: Graphentheorie. Springer, 2010.</li> <li>• Martin Aigner, Günter M. Ziegler: Das BUCH der Beweise. Springer, 2009.</li> <li>• Jacobus H. van Lint, Richard M. Wilson: A Course in Combinatorics. Cambridge University Press, 2nd edition, 2001.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294501 Vorlesung mit Übungen Graphentheorie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 29451 Graphentheorie (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> </ul> [29451] Graphentheorie (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min, Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich oder mündlich		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Theoretische Informatik

---

## Modul: 29460 Algorithmen für die Kryptographie

2. Modulkürzel:	050420110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:		apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Ulrich Hertrampf	
9. Dozenten:		Manfred Kufleitner	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Theorie-Vorlesungen des Bachelor-Studiums	
12. Lernziele:		Die Studierenden kennen die wichtigsten zahlentheoretischen Algorithmen aus dem Bereich der Kryptographie. Sie können dadurch moderne Verschlüsselungsverfahren anwenden, ihre Sicherheit beurteilen und die Effizienz einstufen.	
13. Inhalt:		Die Sicherheit moderner kryptographischer Verfahren basiert in den meisten Fällen auf der Schwierigkeit zahlentheoretischer Probleme. Die Vorlesung behandelt die wichtigsten zahlentheoretischen Algorithmen, und es wird deren Relevanz für die Kryptographie dargestellt. Die Kernthemen sind Primzahltests, Faktorisierung, Wurzelziehen in endlichen Körpern und die Berechnung des diskreten Logarithmus. Zudem werden elliptische Kurven und ihre wichtigsten Eigenschaften vorgestellt. Diese Veranstaltung ergänzt sich gut mit dem Modul "Moderne Kryptographie"; man kann jede der beiden Vorlesungen als erstes hören.	
14. Literatur:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bruce Schneier, Applied Cryptography, Second Edition: Protocols, Algorithms, and Source Code in C, 1996</li> <li>• Douglas Robert Stinson, Cryptography: Theory and Practice, 1995</li> <li>• Friedrich Ludwig Bauer, Entzifferte Geheimnisse: Methoden und Maximen der Kryptologie, 1995</li> <li>• Johannes Buchmann, Einführung in die Kryptographie, 1999</li> </ul>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		• 294601 Vorlesung mit Übungen Algorithmen für die Kryptographie	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29461 Algorithmen für die Kryptographie (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:		Theoretische Informatik	

## Modul: 29470 Machine Learning

2. Modulkürzel:	051200112	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Marc Toussaint		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in Linear Algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire an in depth understanding of Machine Learning methods. The concepts and formalisms of Machine Learning are understood as generic approach to a variety of disciplines, including image processing, robotics, computational linguistics and software engineering. This course will enable students to formalize problems from such disciplines in terms of probabilistic models and the derive respective learning and inference algorithms.		
13. Inhalt:	Exploiting large-scale data is a central challenge of our time. Machine Learning is the core discipline to address this challenge, aiming to extract useful models and structure from data. Studying Machine Learning is motivated in multiple ways: 1) as the basis of commercial data mining (Google, Amazon, Picasa, etc), 2) a core methodological tool for data analysis in all sciences (vision, linguistics, software engineering, but also biology, physics, neuroscience, etc) and finally, 3) as a core foundation of autonomous intelligent systems (which is my personal motivation for research in Machine Learning). This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is: <ul style="list-style-type: none"> <li>• motivation and history</li> <li>• probabilistic modeling and inference</li> <li>• regression and classification methods (kernel methods, Gaussian Processes, Bayesian kernel logistic regression, relations)</li> <li>• discriminative learning (logistic regression, Conditional Random Fields)</li> <li>• feature selection</li> <li>• boosting and ensemble learning</li> <li>• representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)</li> <li>• graphical models</li> <li>• inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)</li> </ul>		

- learning in graphical models
  - structure learning and model selection
  - relational learning
- 

14. Literatur:

- *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction* by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/> (recommended: read introductory chapter)
  - *Pattern Recognition and Machine Learning* by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/> (especially chapter 8, which is fully online)
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294701 Lecture Machine Learning
  - 294702 Exercise Machine Learning
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
  - 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Autonome Systeme

---

## Modul: 29580 Data Compression

2. Modulkürzel:	051230110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon		
9. Dozenten:	Sven Simon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires basic knowledge in mathematics.		
12. Lernziele:	The students learn the concepts of data compression and acquire an understanding of different algorithms for data compression. Furthermore they will be able to implement and further develop the algorithms discussed in the course.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Shannon Entropy</li> <li>• Huffman coding</li> <li>• Universal codes</li> <li>• Arithmetic coding</li> <li>• Lossy and Lossless compression</li> <li>• Image data compression</li> <li>• Dictionary based compression</li> </ul>		
14. Literatur:	Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005. More literature is named in the lecture		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29581 Data Compression (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [29581] Data Compression (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewicht: 1.0 , written 90 Min. or oral 30 Min.		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29660 Programmanalysen und Compilerbau

2. Modulkürzel:	051510311	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Felix Krause		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse, die in etwa den Inhalten des Moduls 10150 - Grundlagen des Compilerbaus und der Programmiersprachen - des Bachelor-Studiums entsprechen, sind dringend empfohlen.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben grundlegende Kenntnisse über die typischen in Compilern und anderen statischen Programmanalysen verwandten Verfahren erworben, sowohl in Bezug auf Basisanalysen (Kontroll- und Datenflussanalysen) als auch auf weitergehende, zielgerichteten Analysen wie Zeigeranalysen, Abhängigkeitsanalysen oder Slicing. Speziell lernen sie eine Reihe von Codeoptimierungen im Compiler kennen, aber auch diverse Globalanalysen, wie sie in Werkzeugen zur Fehlersuche, zum Reengineering oder zu Architekturanalysen nötig sind.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Attributgrammatiken (Wiederholung)</li> <li>• Programmanalysen und -Optimierung (Schwerpunkt)</li> <li>• klassische Optimierungen</li> <li>• Lokale und globale Kontrollflussanalyse</li> <li>• Lokale und globale Datenflussanalysen</li> <li>• Dominatoren, Dominatorgrenzen, Kontrollstrukturanalysen</li> <li>• Zeigeranalysen</li> <li>• Seiteneffekt-Analyse</li> <li>• Datenabhängigkeiten, Konfliktanalysen und Registervergabe</li> <li>• SSA-Form und ihre Berechnung</li> <li>• Code-Erzeugung</li> <li>• Implementierung von OOP</li> <li>• Das Laufzeitsystem</li> <li>• Separate Übersetzung</li> <li>• Slicing</li> <li>• Mustersuchen und Klonerkennung</li> <li>• Begriffsanalyse und ihre Anwendungen</li> </ul> <p>Orthogonal zu den jeweiligen Analyseverfahren werden die Verwendungen in Codeoptimierung und in Programmanalysen anderer Werkzeuge des Software Engineering aufgezeigt.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. V. Aho, M.S. Lam, R. Sethi, J. D. Ullman: Compilers - Principles, Techniques, and Tools, Addison Wesley Verlag (2007)</li> <li>• Morgan, Robert, Building an Optimizing Compiler, 1998</li> <li>• Muchnick, Steven S., Advanced Compiler Design and Implementation, 1997</li> <li>• Wilhelm, Maurer: Übersetzerbau, 2. Auflage, Springer Verlag (1997)</li> </ul>		

- Uwe Kastens: Übersetzerbau, Oldenbourg Verlag (1990)

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 296601 Vorlesung mit Übung Programmanalysen und Compilerbau

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

29661 Programmanalysen und Compilerbau (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Programmiersprachen und Übersetzerbau

---

## Modul: 29680 Real-Time Programming

2. Modulkürzel:	051510301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Felix Krause		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significant programming experience (not necessarily in real-time application) is highly advisable.</li> <li>• Knowledge of Ada, C/C++ and Unix is helpful, but not required.</li> </ul>		
12. Lernziele:	Students understand the standard terminology of deadline-driven, safety-critical real-time systems. They understand the issues that differentiate such systems from general software systems, and they know about available solutions, if any.		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) General requirements and terminology of real-time systems</li> <li>2) Deterministic execution: avoiding language-, implementation- and hardware-induced non-determinisms, coping with limited resources, storage estimation and management, execution time estimation</li> <li>3) Fault tolerance: Faults and failure modes, N-version programming, voting, forward and backward recovery</li> <li>4) Simple scheduling regimes: cyclic executives, deadline guarantees</li> <li>5) Parallelism and priority scheduling regimes: processes, threads, tasks, run-time kernels, task management, interrupt handling</li> <li>6) Synchronization and communication: semaphores, critical regions, monitors, protected objects, rendezvous, messaging</li> <li>7) Control of shared resources</li> <li>8) Distributed Systems: basic concepts, major issues</li> </ol>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alan Burns and Andy Wellings: Real-Time Systems and Programming Languages, Addison Wesley, 1997 ... or later editions of the Burns/Wellings-Book, e.g., 4.ed. 2009</li> <li>• Language reference manuals (C++, Java, Ada) are useful at times.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29681 Real-Time Programming (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Programmiersprachen und Übersetzerbau

---

## Modul: 29760 Algorithmische Gruppentheorie

2. Modulkürzel:	050420115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. rer. nat. habil. Ulrich Hertrampf		
9. Dozenten:	Volker Diekert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Elementare Gruppentheorie		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden beherrschen typische Denk- und Herangehensweisen aus der algorithmischen und kombinatorischen Gruppentheorie. Sie wissen, wie man diverse algorithmische Probleme in freien Gruppen mit Hilfe der Stallingsgraphen lösen kann. Sie können mit Darstellungen von Gruppen durch Erzeugende und Relationen umgehen.</p> <p>Sie kennen das Wortproblem und deren Lösung für gewisse Klassen von Gruppen. Sie kennen konfluente Ersetzungssysteme, HNN-Erweiterungen, amalgamierte Produkte und die Grundbegriffe der Bass-Serre-Theorie.</p>		
13. Inhalt:	<p>Bereits 1911 formulierte Max Dehn drei fundamentale algorithmische Probleme für endlich dargestellte Gruppen: 1. Ist ein gegebenes Gruppenelement <math>g</math> (als Wort in Erzeugern) das Einselement in der Gruppe <math>G</math>? 2. Sind zwei Elemente <math>g</math> und <math>h</math> konjugiert? 3. Definieren zwei gegebene Darstellungen isomorphe Gruppen? Im Allgemeinen sind alle diese Fragen unentscheidbar, also kann man positive Antworten nur in Spezialfällen erhalten. Bei der Lösung des Wortproblems und bei Strukturaussagen ist vor allem die Technik der konfluenten Wortersetzungssysteme hilfreich, die auch in anderen Bereichen zum Einsatz kommen. Insgesamt lebt die Theorie von Querbezügen zu anderen Bereichen, wie Kombinatorik, Topologie, Geometrie, theoretischer Informatik. Dieses Zusammenspiel verschiedener Methoden macht die algorithmische Gruppentheorie sehr attraktiv.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Björner, Brenti: Combinatorics of Coxeter groups, Springer, 2005.</li> <li>• Camps, Große Rebel, Rosenberger: Einführung in die kombinatorische und geometrische Gruppentheorie, Heidemannm Verlag 2008.</li> <li>• Lyndon, Schupp: Combinatorial Group Theory, Springer, 1977.</li> <li>• Magnus, Karrass, Solitar: Combinatorial Group Theory, Wiley und Sons, 1966.</li> <li>• Serre: Trees, Springer, 1980.</li> <li>• Stillwell: Classical Topology and Combinatorial Group Theory, Springer, 1993.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297601 Vorlesung mit Übung Algorithmische Gruppentheorie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h		

Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 29761 Algorithmische Gruppentheorie (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1  
[29761] Algorithmische Gruppentheorie (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Theoretische Informatik

---

## Modul: 29900 Dynamik verteiltparametrischer Systeme

2. Modulkürzel:	074710011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny		
9. Dozenten:	Oliver Sawodny		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Systemdynamik bzw. "Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik		
12. Lernziele:	Die Studierenden können für verteiltparametrische Systeme geeignete Modellgleichungen formulieren und das System basierend auf dem verteiltparametrischen Ansatz analysieren und dessen allgemeine Lösung herleiten.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung behandelt grundlegende Verfahren zur Behandlung von Systemen mit verteilten Parametern. Es werden die gängigen Modellansätze eingeführt, analysiert und mittels geeigneter Ansätze gelöst. Im Mittelpunkt stehen Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen mit Modal-Transformation Methode der Greenschen Funktion Produktansatz Charakteristikenverfahren Die in der Vorlesung vermittelten Methoden werden in den Übungen anhand konkreter Beispiele u. a. Wärmeleiter, Balkengleichung, Transportsystem und Wellengleichung erläutert.		
14. Literatur:	<b>BUTKOVSKIY, A.G.</b> : Green's Functions and Transfer Functions Handbook. John Wiley 1982. <b>CURTAIN, R.F., ZWART, H.</b> : An Introduction to Infinite Dimensional Linear Systems Theory, Springer 1995. <b>BURG, K., Haf, H., WILLE, F.</b> : Partielle Differentialgleichungen. Teubner, 2004.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 299001 Vorlesung Dynamik verteiltparametrischer Systeme</li> <li>• 299002 Übung Dynamik verteiltparametrischer Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 29901 Dynamik verteiltparametrischer Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1  
Hilfsmittel: Alle nicht-elektronischen Hilfsmittel

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Systemdynamik

---

## Modul: 29940 Convex Optimization

2. Modulkürzel:	074810180	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Ebenbauer		
9. Dozenten:	Christian Ebenbauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students obtain a solid understanding of convex optimization. In particular, they are able to formulate and assess optimization problems and to apply methods and tools from convex optimization, such as linear, quadratic and semi-definite programming, duality theory and relaxation techniques, to solve optimization problems in various areas of engineering and sciences.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convex sets and functions</li> <li>- Optimality conditions</li> <li>- Conic programming</li> <li>- Duality theory</li> <li>- Algorithms</li> <li>- Applications, examples</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vollständiger Tafelanschrieb,</li> <li>• Handouts,</li> <li>• Buch: Convex Optimization (S. Boyd, L. Vandenberghe), Nichtlineare Optimierung (R.H. Elster), Lectures on Modern Convex Optimization (A. Ben-Tal, A. Nemirovski)</li> <li>• Material für (Rechner-)Übungen wird in den Übungen ausgeteilt</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 299401 Vorlesung Convex Optimization</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29941 Convex Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Convex Optimization, 1,0, schriftlich oder mündlich		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Computations in Control		

## Modul: 29990 Grundlagen der Laserstrahlquellen

2. Modulkürzel:	073000002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Graf		
9. Dozenten:	Thomas Graf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Das Prinzip der Laserstrahlerzeugung, insbesondere die Anregung, stimulierte Emission, Strahlausbreitung und optische Resonatoren kennen und verstehen. Wissen, welche Eigenschaften des Laseraktiven Mediums und des Resonators sich wie auf die erzeugte Strahlung auswirken. Laserkonzepte bezüglich Leistungsdaten, Wirkungsgrad und Strahlqualität bewerten und verbessern können.		
13. Inhalt:	Physikalische Grundlagen der Strahlausbreitung, Strahlerzeugung und Strahlverstärkung laseraktives Medium, Inversionserzeugung, Wechselwirkung der Strahlung mit dem laseraktiven Medium (Ratengleichungen) Laser als Verstärker und Oszillator, Güteschaltung, Modenkopplung, Resonatoren technologische Aspekte, insbesondere CO <sub>2</sub> -, Nd:YAG- Yb:YAG-, Faser- und Diodenlaser		
14. Literatur:	Buch: Graf Thomas, "Laser - Grundlagen der Laserstrahlerzeugung", Springer Vieweg 2015, ISBN:978-3-658-07953-6		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 299901 Vorlesung (mit integrierten Übungen) Grundlagen der Laserstrahlquellen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29991 Grundlagen der Laserstrahlquellen (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Strahlwerkzeuge		

## Modul: 30010 Modellierung und Simulation in der Mechatronik

2. Modulkürzel:	072810006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard Jörg Christoph Fehr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik		
12. Lernziele:	Kenntnis und Verständnis mechatronischer Grundlagen, selbständige, sichere, kritische und kreative Anwendung und Kombination verschiedenster mechatronischer Methoden und Prinzipien		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Übersicht</li> <li>• Grundgleichungen mechanischer Systeme</li> <li>• Sensorik, Signalverarbeitung, Aktorik</li> <li>• Regelungskonzepte</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Signalanalyse</li> <li>• Ausgewählte Schwingungssysteme, Freie Schwingungen, Erzwungene Schwingungen</li> <li>• Experimentelle Modalanalyse</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsmitschrieb</li> <li>• Vorlesungsunterlagen des ITM</li> <li>• Heimann, B., Gerth, W., Popp, K.: Mechatronik. Leipzig: Fachbuchverlag Leipzig 2007</li> <li>• Isermann, R.: Mechatronische Systeme: Grundlagen. Berlin: Springer 1999</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300101 Vorlesung Modellierung und Simulation in der Mechatronik</li> <li>• 300102 Übung Modellierung und Simulation in der Mechatronik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 30011 Modellierung und Simulation in der Mechatronik (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
Modellierung und Simulation in der Mechatronik, 1,0, schriftlich 90  
min oder 30 min mündlich, Bekanntgabe in der Vorlesung

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Technische Mechanik

---

## Modul: 30020 Biomechanik

2. Modulkürzel:	072810008	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Albrecht Eiber		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik		
12. Lernziele:	Kenntnis und Verständnis biomechanischer Grundlagen, selbständige, sichere, kritische und kreative Anwendung mechanischer Methoden in der Biomechanik		
13. Inhalt:	<input type="checkbox"/> Einführung und Übersicht <input type="checkbox"/> Skelett <input type="checkbox"/> Gelenke <input type="checkbox"/> Knochen <input type="checkbox"/> Weichgewebe <input type="checkbox"/> Biokompatible Werkstoffe <input type="checkbox"/> Muskeln <input type="checkbox"/> Kreislauf <input type="checkbox"/> Beispiele		
14. Literatur:	<input type="checkbox"/> Vorlesungsmitschrieb <input type="checkbox"/> Vorlesungsunterlagen des ITM <input type="checkbox"/> Nigg, B.M., Herzog, W.: Biomechanics of the Musculo-Skeletal System. Chichester: Wiley, 1999 <input type="checkbox"/> Winter, D.A.: Biomechanics and Motor Control of Human Movement. Hoboken: Wiley, 2005		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 300201 Vorlesung Biomechanik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30021 Biomechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Technische Mechanik		

## Modul: 30030 Fahrzeugdynamik

2. Modulkürzel:	072810009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard Pascal Ziegler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik		
12. Lernziele:	Kenntnis und Verständnis fahrzeugdynamischer Grundlagen,  selbständige, sichere, kritische und kreative Anwendung mechanischer Methoden in der Fahrzeugdynamik		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>O Systembeschreibung und Modellbildung</li> <li>O Fahrzeugmodelle</li> <li>O Modelle für Trag- und Führsysteme</li> <li>O Fahrwegmodelle</li> <li>O Modelle für Fahrzeug-Fahrweg-Systeme</li> <li>O Beurteilungskriterien</li> <li>O Berechnungsmethoden</li> <li>O Longitudinalbewegungen</li> <li>O Lateralbewegungen</li> <li>O Vertikalbewegungen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>O Vorlesungsmitschrieb</li> <li>O Vorlesungsunterlagen des ITM</li> <li>O Popp, K. und Schiehlen, W.: Ground Vehicle Dynamics. Berlin: Springer, 2010.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 300301 Vorlesung Fahrzeugdynamik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30031 Fahrzeugdynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Technische Mechanik		

## Modul: 30040 Flexible Mehrkörpersysteme

2. Modulkürzel:	072810011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Peter Eberhard Jörg Christoph Fehr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen in Technischer Mechanik		
12. Lernziele:	Kenntnis und Verständnis der Modellierung, Simulation und Analyse komplexer starrer und flexibler Mehrkörpersysteme, selbständige, sichere, kritische und kreative Anwendung Methoden der Flexiblen Mehrkörperdynamik zur Lösung dynamischer Problemstellungen.		
13. Inhalt:	O Einleitung O Grundlagen der Mehrkörperdynamik: Grundgleichungen, holonome und nicht-holonome Mehrkörpersysteme in Minimalkoordinaten, Systeme mit kinematischen Schleifen, Differential-Algebraischer Ansatz O Grundlagen zur Beschreibung eines elastischen Körpers: Grundlagen der Kontinuumsmechanik und linearen Finiten Elemente Methode, lineare Modellreduktion O Ansatz des mitbewegten Referenzsystems für einen elastische Körper: Kinematik, Diskretisierung, Kinetik, Wahl des Referenzsystems, Geometrische Steifigkeiten, Standard Input Data O Beschreibung flexibler Mehrkörpersysteme: DAE Formulierung, ODE Formulierung, Programmtechnische Umsetzung, Einführung in das MKS-Programm Neweul-M <sup>2</sup> O Ansätze zur Regelung starrer und flexibler Mehrkörpersysteme: Inverse Kinematik und Dynamik, quasi-statische Deformationskompensation, exakte Inversion, Servo-Bindungen O Kontaktprobleme in Mehrkörpersystemen: kontinuierliche Kontaktmodelle, Mehrskalensimulation, Diskrete-Elemente-Simulation		
14. Literatur:	O Vorlesungsmitschrieb O Vorlesungsunterlagen des ITM O Schwertassek, R. und Wallrapp, O.: Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme. Braunschweig: Vieweg, 1999. O Shabana, A.A.: Dynamics of Multibody Systems. Cambridge : Cambridge Univ. Press, 2005, 3. Auflage.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 300401 Vorlesung Flexible Mehrkörpersysteme		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30041 Flexible Mehrkörpersysteme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Technische Mechanik

---

## Modul: 30060 Optimization of Mechanical Systems

2. Modulkürzel:	072810007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof. Dr.-Ing. Peter Eberhard	
9. Dozenten:		Peter Eberhard	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester          → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester          → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 1. Semester          → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester          → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester          → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester          → 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> <p>○ D. Bestle: Analyse und Optimierung von Mehrkörpersystemen, Berlin: Springer, 1994</p> <p>○ R. Haftka and Z. Gurdal: Elements of Structural Optimization. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1992</p> <p>○ L. Harzheim: Strukturoptimierung. Frankfurt, Verlag Harry Deutsch, 2007</p>	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		• 300601 Lecture Optimization of Mechanical Systems	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:		<p>Präsenzzeit: 21 Stunden</p> <p>Selbststudium: 69 Stunden</p> <p>Summe: 90 Stunden</p>	

17. Prüfungsnummer/n und -name: 30061 Optimization of Mechanical Systems (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
schriftlich 90min oder mündlich 20min

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Technische Mechanik

---

## Modul: 30080 Introduction to Systems Biology

2. Modulkürzel:	074810200	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Nicole Radde		
9. Dozenten:	Ronny Feuer Nicole Radde		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundbegriffe aus der Differenzialgleichungstheorie, wie sie beispielsweise in der VL Grundlagen der Systembiologie/ Systembiologie II oder in vorangehenden Vorlesungen in den Studiengängen Technische Kybernetik und Simulationstechnik behandelt werden.		
12. Lernziele:	Die Studierenden können Standardverfahren zur mathematischen Modellierung und Modellanalyse von biochemischen Reaktionsnetzwerken benennen und erklären. Sie können diese auf vorgegebene Systeme selbständig anwenden und die Ergebnisse interpretieren.		
13. Inhalt:	Die Studenten werden an folgende Themen herangeführt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetische Modellierung biochemischer Netzwerke basierend auf chemischer Reaktionskinetik</li> <li>• Datenbanken und Modellierungstools</li> <li>• Beschränktheitsbasierte Modellierung</li> <li>• Stochastische Modellierungsansätze für biochemische Reaktionsnetzwerke</li> <li>• Boolesche Modellierung</li> </ul>		
14. Literatur:	Skript auf Ilias und weiterführende Literatur, die in der Vorlesung bekannt gegeben wird		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 300801 Vorlesung Introduction to Systems Biology</li> <li>• 300802 Übung Introduction to Systems Biology</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Vorlesung und Übung</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden <b>SUMME: 180 Stunden</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30081 Introduction to Systems Biology (LBP), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafel, Overhead, Beamer		
20. Angeboten von:	Systems Theory in Systems Biology		

## Modul: 30100 Nichtlineare Dynamik

2. Modulkürzel:	074810240	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Ebenbauer		
9. Dozenten:	Christian Ebenbauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik		
12. Lernziele:	This course provides the necessary background for students to understand and solve engineering problems involving nonlinear dynamical systems. The main focus of this course is on differential geometric methods. Applications will include problems from nonlinear control, optimization and mechanics.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic facts about nonlinear differential equations, vector fields, flows</li> <li>• Stability and bifurcation</li> <li>• Lie brackets, nonlinear controllability, integrability</li> <li>• Manifolds, calculus on manifolds, optimization on manifolds</li> <li>• Extremum seeking</li> <li>• Advanced stability analysis and center manifolds</li> <li>• Oscillations and averaging</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnol'd: Ordinary Differential Equations</li> <li>• Moser, Zehnder: Notes on Dynamical Systems</li> <li>• Bloch: Nonholonomic Mechanics and Control</li> <li>• Isidori: Nonlinear Control Systems I</li> <li>• Guckenheimer, Holmes: Nonlinear Oscillations, dynamical systems, and bifurcations</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 301001 Vorlesung Nichtlineare Dynamik</li> <li>• 301002 Übung Nichtlineare Dynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	30101 Nichtlineare Dynamik (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Computations in Control		

## Modul: 31650 Beugungsuntersuchungen in der Materialwissenschaft

2. Modulkürzel:	031410021	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Udo Welzel		
9. Dozenten:	Udo Welzel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung Materialwissenschaft, Kristallstruktur und Mikrostruktur		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben die Kenntnis der Grundlagen von Beugungsuntersuchungen (Strahlungsarten und Eigenschaften, Interferenz etc.).</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Kenntnis verschiedener auf Beugungsphänomenen beruhender Untersuchungsmethoden zur Charakterisierung von Festkörpern.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage eine Beziehung zwischen der Kristallstruktur, der Mikrostruktur (insoweit diese mit Beugungsuntersuchungen charakterisiert werden kann) und den physikalischen Eigenschaften von Materialien her-zustellen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Gegenstand der Vorlesung sind Beugungsuntersuchungen die in den Materialwissenschaften ihre Anwendung finden. Ausgehend von den Grundlagen (Strahlungsarten, Welle-Teilchen-Dualismus, Interferenz) werden auf Beugung beruhende Untersuchungsmethoden zur Untersuchung der Kristallstruktur, der Mikrostruktur von Festkörpern und der Struktur von Oberflächen vorgestellt und anhand konkreter Beispiele aus der Materialforschung erläutert.</p> <p>Insbesondere behandelt werden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Grundlagen von Beugungsuntersuchungen.</li> <li>- Bestimmung der Kristallstruktur.</li> <li>- Untersuchung der Mikrostruktur (Inhomogenitäten, kristallografische Textur, Defekte).</li> <li>- Messung von Spannungen in Materialien</li> <li>- Untersuchungen an Oberflächen.</li> </ul> <p>Während der Vorlesung sollen auch Beziehungen zwischen der Kristallstruktur, der Mikrostruktur (insoweit diese mit Beugungsuntersuchungen charakterisiert werden kann) und den physikalischen Eigenschaften von Materialien aufgezeigt werden</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A.D. Krawitz: Introduction to Diffraction in Materials Science and Engineering (2001, Wiley, New York)</li> <li>• B.E. Warren: X-ray Diffraction (1969, Addison-Wesley, Reading Mass.)</li> <li>• J.B. Wachtman: Characterization of Materials, with Chapters on X-ray methods by Z.H. Kalman (1993, Butterworth-Heinemann, Stoneham)</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 316501 Vorlesung Beugungsuntersuchungen in der Materialwissenschaft</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden Summe: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	31651 Beugungsuntersuchungen in der Materialwissenschaft (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafel, Powerpoint-Präsentation
20. Angeboten von:	Materialdesign

---

## Modul: 31690 Experimentelle Modalanalyse

2. Modulkürzel:	072810019	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Hanss		
9. Dozenten:	Michael Hanss Pascal Ziegler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik II+III oder Technische Schwingungslehre		
12. Lernziele:	<p>Der Studierende ist vertraut mit der messtechnischen Erfassung von Strukturschwingungen sowie der Aufbereitung der Messsignale im Frequenzbereich.</p> <p>Der Studierende ist in der Lage, daraus die modalen Kenngrößen zu identifizieren.</p>		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung vermittelt die Inhalte in folgender Gliederung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Anwendungen der experimentellen Modalanalyse</li> <li>• Methoden zur Schwingungsanregung, Messverfahren</li> <li>• Signalanalyse und -verarbeitung, Zeit- und Frequenzbereichsdarstellung</li> <li>• Frequenzgang, Übertragungsfunktion und deren modale Zerlegung</li> <li>• Bestimmung modaler Kenngrößen, Modenerkennung und -vergleich</li> </ul> <p>Es werden zudem Anwendungen auf Problemstellungen der industriellen Praxis demonstriert.</p> <p>Als praktischer Teil werden fachbezogene Versuche zur experimentellen Modalanalyse angeboten.</p>		
14. Literatur:	<p>Vorlesungsmitschrieb, Weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• D. J. Ewins: "Modal Testing - theory, practice and application, 2nd edition, Research Studies Press Ltd, 2000, ISBN 0-86380-218-4.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 316901 Vorlesung Experimentelle Modalanalyse		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	31691 Experimentelle Modalanalyse (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Technische Mechanik		

## Modul: 31720 Model Predictive Control

2. Modulkürzel:	074810260	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Matthias Müller		
9. Dozenten:	Matthias Müller		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Linear systems theory, non-linear control theory, Lyapunov stability e.g. courses "Systemdynamische Grundlagen der Regelungstechnik, "Einfuehrung in die Regelungstechnik and "Konzepte der Regelungstechnik		
12. Lernziele:	The students analyze and synthesize various types of model predictive controllers for different system classes and implement them in Matlab. They are able to derive systems-theoretic guarantees of MPC controllers, including closed-loop stability and robustness, and can assess the different properties, advantages, and disadvantages of different MPC schemes. The students have insight into current research topics in the field of model predictive control, which enables them to do their own first research projects in this area.		
13. Inhalt:	Basic concepts of MPC Stability of MPC Robust MPC Economic MPC Distributed MPC		
14. Literatur:	Model Predictive Control: Theory and Design, J.B. Rawlings and D.Q. Mayne, Nob Hill Publishing, 2009.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 317201 Vorlesung Model Predictive Control		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 138 h Summe: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	31721 Model Predictive Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik		

**Modul: 32170 Numerik für Höchstleistungsrechner**

2. Modulkürzel:	041500011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Michael Resch		
9. Dozenten:	Ralf Schneider		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Mathematisches Grundverständnis, Programmierkenntnisse, Interesse an Algorithmen		
12. Lernziele:	Verstehen der Vorgänge innerhalb der Prozessor- Hardware, des Netzwerkes, der Schwierigkeiten beim Implementieren effizienter Algorithmen. Grundbegriffe des Computing im Bereich massiven Rechnens. Verstehen grundsätzlicher Algorithmen, die im Höchstleistungsrechnen eine wichtige Rolle spielen.		
13. Inhalt:	Hardware: Prozessoren, Pipelining, Parallelität, Multi-Core, Vector_Units, Caches, Bandbreite, Latenz, Performance, Vektorisierung. Implementierung: Vektoren, Datenstrukturen für schwachbesetzte Matrizen, Differenzialgorithmen, Finite-Elemente. Numerische Mathematik: Partielle Differentialgleichungen, Diskretisierung, Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme. Parallelisierung: Grundlegende Ansätze, Programmiermodelle, Effizienz.		
14. Literatur:	Eigene Unterlagen		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 321701 Vorlesung Numerik für Höchstleistungsrechner		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	32171 Numerik für Höchstleistungsrechner (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	PPT-Präsentation, Tafelanschrieb		
20. Angeboten von:	Höchstleistungsrechnen		

## Modul: 32350 Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau

2. Modulkürzel:	072710071	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:		Matthias Bachmann	
9. Dozenten:		Matthias Bachmann	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Abgeschlossene Grundlagenausbildung in Konstruktionslehre, Festigkeitslehre und Technischer Mechanik, z. B. durch die Module Konstruktionslehre I - IV und Technische Mechanik I - IV	
12. Lernziele:		<p>Im Modul Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben die Studierenden verschiedene Finite-Element-Programme kennen gelernt,</li> <li>• haben die Studierenden verschiedene Problemstellungen aus dem Bereich Strukturmechanik kennen gelernt,</li> <li>• können die Studierenden die Finite-Elemente-Methode zur Lösung strukturmechanischer Problemstellungen einsetzen.</li> </ul> <p>Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Finite-Element-Programme hinsichtlich Leistungsumfang und Anwendungsgrenzen einordnen,</li> <li>• können für strukturmechanische Problemstellungen ein geeignetes Finite-Element-Programm auswählen,</li> <li>• sind mit den wesentlichen Modellierungstechniken in der Strukturmechanik, d. h. 2D-, 3D-, symmetrische bzw. asymmetrische Modelle, vertraut und können diese zielführend anwenden,</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen linearer und nichtlinearer Berechnung,</li> <li>• können geometrische Nicht-Linearitäten, d. h. Kontakte, modellieren,</li> <li>• können lineare und einfache geometrisch nicht-lineare Berechnungen durchführen,</li> <li>• können Berechnungsergebnisse gezielt auswerten und auf Plausibilität prüfen.</li> </ul>	
13. Inhalt:		Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Anwendung der Finiten Elemente für strukturmechanische Problemstellungen im Maschinenbau. Zunächst werden verschiedene Finite-Elemente-Programme und deren Handhabung vorgestellt, wobei zunächst Leistungsumfang und Anwendungsgrenzen im Fokus stehen. Ein Schwerpunkt liegt auf den wesentlichen Modellierungstechniken, d. h. 2D-, 3D-, symmetrische bzw. asymmetrische Modelle, die an einfachen Beispielen demonstriert werden. Das Ziel einer FEM-Berechnung ist die Gewinnung der gewünschten Ergebnisse,	

weshalb die zielgerichtete Ergebnisauswertung und die Plausibilitätsprüfung einen wesentlichen Inhaltspunkt darstellen. Darauf aufbauend werden nicht-lineare Modelle vorgestellt, wobei hier ausschließlich geometrische Nicht-Linearitäten behandelt werden. Der Fokus liegt auf der Modellierung von Kontakten und der Definition der Berechnungssteuerung. Darüber hinausgehende Problemstellungen wie Eigenwertprobleme (Stabilitätsanalysen, Modalanalysen) und Optimierungsprobleme (Parameter-, Topologieoptimierung) werden ebenfalls vorgestellt. In der Vorlesung wird der theoretische Hintergrund an Anwendungsbeispielen vermittelt, während in den Übungen eine Vertiefung des Stoffs durch eigene Anwendung am Rechner erfolgt.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bachmann, M.: Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau. Unterlagen zur Vorlesung</li> <li>- Fröhlich, P.: FEM-Anwendungsbeispiele. 1. Auflage, Vieweg Verlag Wiesbaden, 2005</li> <li>- Wissmann, J., Sarnes, K.-D.: Finite Elemente in der Strukturmechanik, Springer Verlag, Berlin, 2005</li> <li>- Vogel, M., Ebel, T.: Pro/Engineer und Pro/Mechanica. 5. Auflage, Hanser Verlag München, 2009</li> <li>- Gebhardt, C.: ANSYS DesignSpace. 1. Auflage, Hanser Verlag München, 2009</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 323501 Vorlesung Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau</li> <li>• 323502 Übung Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 32 Stunden                  Selbststudium: 58 Stunden                  Summe: 90 Stunden</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>32351 Anwendung der Methode der Finiten Elemente im Maschinenbau (BSL), Schriftlich und Mündlich, 60 Min.,                  Gewichtung: 1                  (15 Minuten mündlich, 45 Minuten Test am Computer)</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Beamer-Präsentation, Tafel, Arbeit am Rechner
20. Angeboten von:	Maschinenkonstruktionen und Getriebebau

---

## Modul: 33100 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme

2. Modulkürzel:	074710010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny		
9. Dozenten:	Oliver Sawodny		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Regelungstechnik		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen Methoden, mit denen ein unbekanntes dynamisches System über einen Modellansatz und dessen Parametrierung charakterisiert werden kann.		
13. Inhalt:	In der Vorlesung "Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme" werden im ersten Abschnitt der Vorlesung die grundlegenden Verfahren der theoretischen Modellbildung eingeführt und wichtige Methoden zur Vereinfachung dynamischer Modelle erläutert. Nach dieser Einführung wird der überwiegende Teil der Vorlesung sich mit der Identifikation dynamischer Systeme beschäftigen. Hier werden zunächst Verfahren zur Identifikation nichtparametrischer Modelle sowie parametrischer Modelle besprochen. Hierbei werden die klassischen Verfahren kennwertlinearer Probleme sowie die numerische Optimierung zur Parameterschätzung verallgemeinerter nichtlinearer Probleme diskutiert. Parallel zur Vorlesung werden mittels der Identification Toolbox von Matlab die Inhalte der Vorlesung verdeutlicht.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdrucke</li> <li>• Nelles: Nonlinear system identification: from classical approaches to neural networks and fuzzy models, Springer-Verlag, 2001</li> <li>• Pentelon/Schoukens: System identification: a frequency domain approach, IEEE, 2001</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 331001 Vorlesung Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme</li> <li>• 331002 Übung mit integriertem Rechnerpraktikum Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33101 Modellierung und Identifikation dynamischer Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Hilfsmittel der zweiteiligen Prüfung: 1. Teil: keine Hilfsmittel		

2. Teil: Taschenrechner (nicht vernetzt, nicht programmierbar, nicht grafikfähig) gemäß Positivliste sowie alle nicht-elektronischen Hilfsmittel

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Systemdynamik

---

## Modul: 33180 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Wärme und Stofftransport

2. Modulkürzel:	042100006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	inhaltlich: Technische Thermodynamik I und II, Technische Mechanik, Höhere Mathematik formal: Bachelor-Abschluss		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können kinetisch limitierte Prozesse der Verfahrenstechnik (insbesondere im Bereich der thermischen Trenntechnik, der Reaktionstechnik, aber auch in der Bioverfahrens- und Polymertechnik) beurteilen und deren Auswirkung auf allgemeine Gestaltungsregeln technischer Trennanlagen bewerten.</li> <li>• können für kinetisch limitierte Prozesse Modelle der Nichtgleichgewichtsthermodynamik aufstellen und in thermodynamisch konsistenter Formulierung von Transportgesetzen eine systematische (Funktional)optimierung von Prozessen durchführen.</li> <li>• sind in der Lage selbständige Lösungen von Mehrkomponentendiffusionsproblemen zu entwickeln (auch im Druck- und elektrischen Feld).</li> <li>• verinnerlichen die durch die Thermodynamik vorgeschriebenen treibenden Kräfte für Transportvorgänge und deren Kopplung untereinander und können diesbezüglich reale Teilprozesse abstrahieren.</li> <li>• können, mit dem vertieften Verständnis für diffusive Stoffübertragungsprozesse, Beschreibungsmethoden kinetisch limitierter Prozesse entwickeln und mit diesen Methoden zur praxisbezogenen Prozesse optimieren.</li> <li>• können die thermodynamische Nachhaltigkeit technischer Prozesse über deren Entropieproduktion ausdrücken und bewerten.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Zunächst werden die Bilanzgleichungen besprochen und die Entropiebilanz eingeführt. Die Minimierung der Entropieproduktion führt zur maximalen energetischen Nachhaltigkeit von Prozessen. Die Anwendung dieser (funktionalen) Prozessoptimierung wird anhand von Beispielen illustriert. Die tatsächlichen treibenden Kräfte für Transportvorgänge (Stoff, Wärme, Reaktion, viskoser Drucktensor) und deren Kopplung werden aus dem Ausdruck für die Entropieproduktion identifiziert. Die Limitierung des klassischen Fickschen Diffusionsansatzes wird besprochen. Die Grundlagen der Diffusionsmodellierung nach Maxwell-Stefan werden</p>		

eingehend vermittelt. Auch die Diffusion im Druck- und elektrischen Feld sind Anwendungen dieses Ansatzes.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Kjelstrup, D. Bedeaux, E. Johannessen, J. Gross: Non-Equilibrium Thermodynamics for Engineers, World Scientific, 2010</li> <li>• E.L. Cussler: Diffusion, Mass Transfer in Fluid Systems, Cambridge University Press</li> <li>• R. Taylor, R. Krishna: Multicomponent Mass Transfer, John Wiley und Sons</li> <li>• R. Haase: Thermodynamik der irreversiblen Prozesse, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag</li> <li>• B.E. Poling, J.M. Prausnitz, J.P. O'Connell: The Properties of Gases and Liquids, McGraw-Hill</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 331801 Vorlesung Nichtgleichgewichts- Thermodynamik: Diffusion und Stofftransport</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 28 h                  Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h                  Gesamt: 90 h</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>33181 Nichtgleichgewichts-Thermodynamik: Wärme und Stofftransport (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	<p>Entwicklung des Vorlesungsinhalts als Tafelanschrieb unterstützt durch Präsentationsfolien, Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben, Übungen als Tafelanschrieb.</p>
20. Angeboten von:	<p>Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik</p>

## Modul: 33190 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung

2. Modulkürzel:	074730001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Eckhard Arnold		
9. Dozenten:	Eckhard Arnold		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Regelungstechnik, Systemdynamik, Grundkenntnisse Matlab/Simulink (z.B. Simulationstechnik)		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, Problemstellungen der Analyse und der Steuerung dynamischer Systeme als Optimierungsproblem zu formulieren und die Optimierungsaufgabe zu klassifizieren. Geeignete numerische Verfahren können ausgewählt und eingesetzt werden. Der praktische Umgang mit entsprechenden Softwarewerkzeugen wird anhand von Übungsaufgaben vermittelt.		
13. Inhalt:	Inhalt der Vorlesung sind numerische Verfahren zur Lösung von Aufgaben der linearen und nichtlinearen Optimierung sowie von Optimalsteuerungsproblemen. Besonderer Wert wird auf die Anwendung zur Lösung von Aufgabenstellungen aus dem Bereich der Regelungs- und Systemtechnik gelegt. Wesentliche Softwarepakete werden vorgestellt und an Beispielen deren Anwendung demonstriert.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdrucke</li> <li>• NOCEDAL, J. und S. J. WRIGHT: Numerical Optimization. Springer, New York, 1999.</li> <li>• PAPAGEORGIU, M. und LEIBOLD, M. und BUSS, M.: Optimierung: statische, dynamische, stochastische Verfahren für die Anwendung. Springer, Berlin, 2012.</li> <li>• SPELLUCCI, P.: Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung. Birkhäuser, Basel, 1993.</li> <li>• WILLIAMS, H. P.: Model Building in Mathematical Programming. Wiley, Chichester, 4. Auflage, 1999.</li> <li>• BETTS, J. T.: Practical methods for optimal control using nonlinear programming. SIAM, Philadelphia, 2010.</li> <li>• BRYSON, A. E., JR. und Y.-C. HO: Applied Optimal Control. TaylorundFrancis, 2. Auflage, 1975.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 331901 Vorlesung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li> <li>• 331902 Übung Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33191 Numerische Methoden der Optimierung und Optimalen Steuerung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Systemdynamik

---

## Modul: 33340 Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik

2. Modulkürzel:	070410740	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Remco Ingmar Leine		
9. Dozenten:	Andre Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	TM 1-4		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Methode der Finiten Elemente (FEM), ihrer rechentechnischen Umsetzung sowie ihrer Anwendung zur Lösung von Aufgabenstellungen aus Statik und Dynamik.		
13. Inhalt:	Einführung, Grundlagen der Tensorrechnung und der Kontinuumsmechanik (1d, 2d, 3d), Materialgesetze. Direkte Methode, Methode der gewichteten Residuen, Prinzip der virtuellen Verschiebungen: Herleitung der FEM. Elementmatrizen für Stäbe, Balken und Scheiben, Wahl der Formfunktionen, Assemblierung, Einbau von Randbedingungen. Numerische Umsetzung: Quadratur-Verfahren zur Integration der Elementmatrizen, Lösung des linearen Gleichungssystems, Lösung von Eigenwertproblemen, Zeitschrittintegration		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manuskript zur Vorlesung</li> <li>- Bathe, K. J.: Finite-Elemente-Methoden, Springer (2000)</li> <li>- Betten, J.: Finite Elemente für Ingenieure I, Springer (2004)</li> <li>- Knothe, K., Wessels, H.: Finite Elemente, Springer (2008)</li> <li>- Gross, Hauger, Schnell, Wriggers: Technische Mechanik, Bd.4, Springer (2002)</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 333402 Übung Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik</li> <li>• 333401 Vorlesung Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33341 Methode der finiten Elemente in Statik und Dynamik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 4 Seite selbst erstellte Formelsammlung		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Overhead, Tafel, Beamer		
20. Angeboten von:	Nichtlineare Mechanik		

## Modul: 33360 Fuzzy Methoden

2. Modulkürzel:	072810017	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Michael Hanss		
9. Dozenten:	Michael Hanss		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Regelungstechnik 1 und 2		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind vertraut mit der Theorie der unscharfen Mengen (Fuzzy-Mengentheorie) und ihrer Anwendung zum Aufbau von Expertensystemen und Fuzzy-Regelungen sowie zur Modellierung und Simulation von Systemen mit unsicheren Parametern.		
13. Inhalt:	Einführung: Motivation, Beispiele. Grundlagen der Fuzzy-Theorie: Fuzzy-Mengen, linguistische Variablen, Fuzzy-Relationen, Fuzzy-Logik, unscharfes Schließen. Fuzzy-Systeme: Fuzzyifizierung, Inferenz (Aggregation, Implikation, Komposition), Defuzzyifizierung. Fuzzy-Regelung: Werkzeuge, Anwendungen, Fallstudien. Fuzzy-Arithmetik: Fuzzy- Zahlen, Erweiterungsprinzip, Transformationsmethode. Fuzzy-Clustering: Fuzzy-c-Means-Methode.		
14. Literatur:	Bothe, H.-H.: Fuzzy Logic. Springer-Verlag, Berlin 1995. Hanss, M.: Applied Fuzzy Arithmetic - An Introduction with Engineering Applications. Springer-Verlag, Berlin 2005.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 333601 Vorlesung + Übungen Fuzzy Methoden		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33361 Fuzzy Methoden (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Technische Mechanik		

## Modul: 33820 Flat Systems

2. Modulkürzel:	074710009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny		
9. Dozenten:	Oliver Sawodny		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lectures "Einführung in die Regelungstechnik" and "Konzepte der Regelungstechnik" Basic knowledge in state space techniques		
12. Lernziele:	The students know methods for model-based design of tracking control for linear and nonlinear SISO (single-input-single-output) and MIMO (multiple-input-multiple-output) systems. By solving the assigned exercises the students gain experience in the usage of computer algebra systems.		
13. Inhalt:	Flatness based methods are used to plan reference trajectories. Moreover, model-based design of feedforward controllers and stabilizing feedback controllers for the tracking of the reference trajectory are realized. The corresponding 2-Degree-of-Freedom control structure consisting of feedforward and feedback controller is used to control linear time invariant systems, linear time varying systems and nonlinear SISO and MIMO systems. The methods are explained on various examples. For realizing the flatness based controller an introduction in the design of linear and nonlinear observer is given.		
14. Literatur:	H. Sira-Ramirez, S.K. Agrawal: Differentially Flat Systems. Marcel Decker, 2004. R. Rothfuß: Anwendung der flachheitsbasierten Analyse und Regelung nichtlinearer Mehrgrößensysteme. VDI-Verlag 1997 Exercises, Handouts		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 338201 Vorlesung incl. Übungspräsentationen durch die Studierenden Flache Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33821 Flat Systems (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemdynamik		

## Modul: 33840 Dynamische Filterverfahren

2. Modulkürzel:	074711007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Cristina Tarin Sauer		
9. Dozenten:	Cristina Tarin Sauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Einführung in die Elektrotechnik, Elektrische Signalverarbeitung, Echtzeitdatenverarbeitung		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden kennen die einzelnen Funktionsblöcke eines digitalen Kommunikationssystems, sie beherrschen die Fourier-Transformation, speziell die zeitdiskrete Fourier-Transformation sowie die z-Transformation. Die Studierenden sind vertraut mit dem digitalen Filterentwurf, sowohl mit Methoden für IIR Filter, wie auch für FIR-Strukturen. Anhand der Diskreten Fourier-Transformation werden effiziente Algorithmen (Fast Fourier Transformation) aufgezeigt, welche die Werkzeuge zur Frequenzanalyse darlegen. Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren zur Kalmanfilterung sowie erweiterte Verfahren zur dynamischen Schätzung. Methoden zur linearen Prädiktion geben die Grundlagen zur adaptiven Filterung. Schliesslich kennen die Studierenden Methoden zur Entfaltung (Deconvolution).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung zur adaptiven Filterung</li> <li>• Stochastische Prozesse and Modell</li> <li>• Fourier-Analyse von stationären Zufallssignalen</li> <li>• Wiener Filter</li> <li>• Lineare Prädiktion</li> <li>• Least-Mean-Square adaptive Filterung</li> <li>• Kalman Filter</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdruck (Vorlesungsfolien)</li> <li>• Übungsblätter</li> <li>• Aus der Bibliothek: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oppenheim and Schafer: Discrete-Time Signal Processing</li> <li>- Haykin: Adaptive Filter Theory</li> </ul> </li> <li>• Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 338401 Vorlesung (inkl. Übungen) Dynamische Filterverfahren</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden. Summe: 180 Stunden 4 SWS gliedert in 2 VL und 2 Ü		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	33841 Dynamische Filterverfahren (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform: Beamer-Präsentation, Tafelanschrieb

---

20. Angeboten von: Prozessleittechnik im Maschinenbau

---

## Modul: 34120 Virtuelles Engineering

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dieter Spath		
9. Dozenten:	Manfred Dangelmaier Franz Otto Vogel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	CAD-Kenntnisse (3D)		
12. Lernziele:	<p>Erworbene Kompetenzen: Die Studierenden kennen die Methoden, Technologien und Werkzeuge des Virtuellen Engineerings verstehen die Einsatzmöglichkeiten der Virtuellen Realität im Rahmen des Virtuellen Engineerings sowie der Schnellen Produktentwicklung und können die Anwendbarkeit im Einzelfall beurteilen können Methoden und Werkzeuge des Virtuellen Engineerings praktisch in der Projektarbeit anwenden können ein Produktkonzept in der Arbeitsgruppe mittels CAx und Methoden des Virtuellen Engineerings erarbeiten</p>		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zu und Erfahrungen mit Definition und Gegenstandsbereiche des Virtuellen Engineerings Visual Engineering (insbes. Virtuelle Realität, Interaktionstechniken mit virtuellen Welten) Simulation und Virtual Prototyping Concurrent und Collaborative Engineering Datenmanagement und IT-Unterstützung in der Produktentwicklung</p>		
14. Literatur:	<p>Dangelmaier, M.: Virtuelles Engineering, Skript zur Vorlesung, Übungsunterlagen Ehrlenspiel, Klaus: Integrierte Produktentwicklung, Carl Hanser Verlag München,Wien Burdea, Girgore C., Coiffet,Philippe: Virtual Reality Technology, 2. Auflage, John Wiley and Sons, Hoboken, 2003</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 341201 Vorlesung Virtuelles Engineering</li> <li>• 341202 Übung Virtuelles Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	34121 Virtuelles Engineering (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Beamer-Präsentationen, Videos, Software-Demos

---

20. Angeboten von: Technologiemanagement und Arbeitswissenschaften

---

## Modul: 34810 Nichtlineare partielle Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080802804	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Guido Schneider		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Analysis 1-3, Höhere Analysis, Funktionalanalysis		
12. Lernziele:	Die Studenten verfügen über Kenntnis und Umgang mit den Strukturen unendlich-dimensionaler Räume bei nicht linearen partiellen Differentialgleichungen.		
13. Inhalt:	Die Burgers-Gleichung, die KdV-Gleichung, die NLS-Gleichung, die Ginzburg-Landau-Gleichung, Reaktions-Diffusions-Systeme, Nichtlineare Optik, Musterbildende Systeme, Wasserwellen.		
14. Literatur:	D.Henry, Geometric Theory of Semilinear Parabolic Equations, Lecture Notes in Mathematics 840, Springer 1981, P.G.Drazin, R.S.Johnson, Solitons: An Introduction, Cambridge Texts in Applied Mathematics 1989.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 348101 Vorlesung Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</li> <li>• 348102 Übung Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, wie folgt: Präsenzzeit: 42 h (V), 21 h (Ü) Selbststudium: 207 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	34811 Nichtlineare partielle Differentialgleichungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Analysis und Modellierung		

## Modul: 34910 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080803801	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester → Compulsory Modules</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 3. Semester → Compulsory Modules</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> <li>• 349102 Übung Einführung in die 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>• 34911 Einführung in die Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Angewandte Mathematik/Numerik für Höchstleistungsrechner

---

## Modul: 34940 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen

2. Modulkürzel:	080803802	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:	Christian Rohde Kunibert Gregor Siebert Bernard Haasdonk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 3. Semester → Compulsory Modules M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Wahlmodule		
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:	D. Braess, Finite Elemente: Theorie, schnelle Löser und Anwendungen in der Elastizitätstheorie. D. Kröner, Numerical Schemes for Conservation Laws.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 349401 Vorlesung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen</li> <li>• 349402 Übung Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, wie folgt: Präsenzzeit: 42 h (V), 21 h (Ü) Selbststudium: 207		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 34941 Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Angewandte Mathematik/Numerik für Höchstleistungsrechner

---

## Modul: 34950 Spezielle Aspekte der Numerik

2. Modulkürzel:	080803803	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kunibert Gregor Siebert		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Einführung in die Numerik und Weiterführende Numerik partieller Differentialgleichungen		
12. Lernziele:	Die Studenten verfügen über Kenntnis vertiefter Konzepte, Algorithmen und Methoden zur Lösung von partiellen Differentialgleichungen, die Fähigkeit, mit den erlernten Kenntnissen selbständig Methoden zu entwickeln, zu analysieren und umzusetzen, um mit diesen anwendungsorientierte Probleme effizient und genau zu lösen, wird vertieft.		
13. Inhalt:	Spezielle Aspekte der Numerik, beispielsweise Optimalsteuerungsprobleme, freie Randwertprobleme, Numerik stochastischer Differentialgleichungen, Randelementmethoden, Approximationstheorie, Modellreduktion		
14. Literatur:	Originalarbeiten und Spezialliteratur.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 349502 Übung Spezielle Aspekte der Numerik</li> <li>• 349501 Vorlesung Spezielle Aspekte der Numerik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h, wie folgt: Präsenzzeit: 42 h (V) Selbststudium: 138 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 34951 Spezielle Aspekte der Numerik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte Mathematik/Numerik für Höchstleistungsrechner		

## Modul: 34960 Stochastische Analysis

2. Modulkürzel:	080806801	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Jürgen Dippon		
9. Dozenten:	Jürgen Dippon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse		
12. Lernziele:	Die Studenten kennen die grundlegenden Probleme und Konzepte, sie beherrschen Kalkül der stochastischen Analysis, verstehen wichtige Beweismethoden, und besitzen die Fähigkeit selbständig Übungsaufgaben zur stochastischen Analysis zu lösen.		
13. Inhalt:	Martingale und Semimartingale, stochastische Integrale, Ito-Formel, Maßwechsel und Satz von Girsanov, Martingaldarstellungssatz, Sprungprozesse, Levy-Prozesse, stochastische Differentialgleichungen, Anwendungen		
14. Literatur:	F.C. Klebaner, Introduction to Stochastic Calculus with Applications, 2nd ed, Imperial College Press 2005. P. Protter, Stochastic Integration and Differential Equations: A New Approach, Springer 2007.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 349602 Übung Stochastische Analysis</li> <li>• 349601 Vorlesung Stochastische Analysis</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270 h, wie folgt: Präsenzzeit: 60 h (V), 30 h (Ü) Selbststudium: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 34961 Stochastische Analysis (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastik		

## Modul: 34980 Zeitreihenanalyse

2. Modulkürzel:	080806803	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Hesse		
9. Dozenten:	Christian Hesse		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Wahrscheinlichkeitstheorie, Mathematische Statistik		
12. Lernziele:	Die Studenten verfügen über Kenntnis der grundlegenden und weiterführenden Konzepte und Probleme. Sie erwerben die Fähigkeit zur Modellierung und zur Prognose mit univariaten Zeitreihen.		
13. Inhalt:	Grundlagen, ARMA-Modelle, Schätz- und Test-Theorie im Zeitbereich, Spektralanalyse, Schätz- und Test-Theorie im Frequenzbereich, Prognose		
14. Literatur:	Schlittgen, R. und Streitberg, S.: Zeitreihenanalyse Priestley, M.: Spectral Analysis and Time Series		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 349802 Übung Zeitreihenanalyse</li> <li>• 349801 Vorlesung Zeitreihenanalyse</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 180 h, wie folgt: Präsenzzeit: 21 h (V), 21 h (Ü) Selbststudium: 138 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 34981 Zeitreihenanalyse (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Stochastik		

## Modul: 35000 Linear Matrix Inequalities in Control

2. Modulkürzel:	080520803	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Carsten Scherer		
9. Dozenten:	Carsten Scherer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Linear Control Theory, Robust Control		
12. Lernziele:	<p>The student is able to reproduce the theory and apply convex optimization in controller analysis and synthesis.</p> <p>More specifically, the student must be able to:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. summarize essential ingredients from convex optimization</li> <li>2. discuss dissipation theory for dynamical system and its implication for performance specifications</li> <li>3. reproduce nominal and robust LMI characterizations of H-infinity, H2, quadratic-performance, and energy-to-peak performance</li> <li>4. sketch derivation of generic convexifying transformation for state- and output-feedback controller synthesis</li> <li>5. master derivation of synthesis inequalities for single- and multi-objective controller design</li> <li>6. construct LMI regions and understand synthesis with constraints on pole-locations</li> <li>7. explain quadratic stability and its inherent conservatism</li> <li>8. apply robust stability tests with parameter-dependent Lyapunov functions</li> <li>9. describe multiplier relaxation for robust LMI problems and sketch theory of integral quadratic constraints</li> <li>10. understand the difficulties of robust control design and</li> <li>11. discuss design of gain-scheduling controllers by linear-parameter-varying controller synthesis</li> </ol>		
13. Inhalt:	Brief introduction to optimization theory (convexity, linear matrix inequalities) Dissipation theory and nominal performance analysis for various criteria From analysis in terms of linear matrix inequalities to controller synthesis: a general procedure Design of multi-objective controllers (Youla Parametrization) Robustness tests for time-varying parametric uncertainties The multiplier approach to robustness analysis and integral quadratic constraints Design of robust controllers: state-feedback, estimator design and output-feedback control		

Linear-parametrically-varying systems and the design of linear parametrically-varying controllers

---

14. Literatur:

- Folien und Skript
  - S.P. Boyd, G.H. Barratt, Linear Controller Design - Limits of Performance, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey (1991)
  - S.P. Boyd, L. El Ghaoui et al., Linear matrix inequalities in system and control theory, Philadelphia, SIAM (1994).
  - L. El Ghaoui, S.I. Niculescu, Eds., Advances in Linear Matrix Inequality Methods in Control, Philadelphia, SIAM (2000)
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 350002 Übung Linear Matrix Inequalities in Control
  - 350001 Vorlesung Linear Matrix Inequalities in Control
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 63 Stunden  
Selbststudium: 207 Stunden  
Summe: 270 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 35001 Linear Matrix Inequalities in Control (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Mathematische Systemtheorie

---

## Modul: 35260 Computational Linguistics Seminar A

2. Modulkürzel:	052400310	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Jonas Kuhn		
9. Dozenten:	lecturers of the institute		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	as in the course chosen		
12. Lernziele:	Students become familiar with an advanced topic area of computational linguistics and at the same time develop their oral presentation skills and scientific writing skills, they practise self-organized work in an independent study and train their competence to put specific scientific contributions in a broader context and provide a critical discussion.		
13. Inhalt:	<p>This module consists of</p> <p>(1) a course in an advanced topic area of computational linguistics (comprising 2 SWS)</p> <p>and</p> <p>(2) students' independent studies (and/or practical implementation) of a specific thematic complex from the area covered in the course. The investigations are usually conveyed in a student presentation during the course and in some cases written up as a seminar paper.</p> <p>NOTE: The instructor of the course chosen has to agree AT THE BEGINNING OF THE COURSE to the option of using the course as part of the seminar module; this course can then not be used for any other modules.</p>		
14. Literatur:	as in the course chosen		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 352601 Vorlesung Computational Linguistics Seminar A		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	35261 Computational Linguistics Seminar A (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Grundlagen der Computerlinguistik		

## Modul: 35810 Computational Biochemistry

2. Modulkürzel:	030800051	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Jürgen Pleiss		
9. Dozenten:	Jürgen Pleiss Johannes Kästner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students know widely used bioinformatics methods to analyse protein sequences and to model protein structures are able to apply these methods to simple problems by using biological databases and bioinformatics tools, and to present and discuss the results in written and in oral form understand the basic concepts of the description of proteins by force fields know system properties that can be modelled by molecular dynamics simulations, and know the respective methods know the biochemical properties that can be modelled by QM/MM simulations know how molecular mechanics and molecular docking are applied to predict protein-ligand-complexes		
13. Inhalt:	biological databases (sequence and structure of proteins) sequence alignment phylogenetic analysis patterns, profiles, domains protein architectures and protein folding modelling of protein structure molecular dynamics simulation force fields for proteins and ligands QM/MM simulations docking of proteins and ligands		
14. Literatur:	Durbin, Eddy, Krogh, Mitchison Biological Sequence Analysis Leach Molecular Modelling		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 358101 Vorlesung Bioinformatik 1</li> <li>• 358102 Vorlesung Simulation von Proteinen</li> <li>• 358103 Übung Simulation von Proteinen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Summe: 180 Stunden		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 35811 Computational Biochemistry (BSL), Schriftlich oder Mündlich,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Technische Biochemie

---

**Modul: 35820 Advanced Methods of Quantum Chemistry**

2. Modulkürzel:	031110052	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Andreas Köhn		
9. Dozenten:	Andreas Köhn Johannes Kästner Hans-Joachim Werner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung Theoretische Chemie, Vorlesung Computational Chemistry		
12. Lernziele:	The students <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the most important methods of quantum chemistry.</li> <li>• Are able to choose for a given simulation task an appropriate method.</li> <li>• Can judge the computational effort and the accuracy of different methods.</li> <li>• Understand the physical and mathematical foundations of important quantum chemical methods.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Hartree-Fock Theory, method of second quantization, static and dynamical electron correlation effects, configuration interaction, Møller-Plesset perturbation theory, coupled-cluster methods, multiconfiguration self-consistent field theory, multi-reference perturbation theory, multi-reference configuration interaction, calculation of electronically excited states, calculation of molecular properties: dipole moments, polarizabilities, transition moments, spin-orbit couplings, analytical energy gradients and their relation to molecular properties, density functional theory, density fitting approximations, linear scaling methods: multipole approximations for Hartree-Fock and density functional theory, local approximations of electron correlation, explicitly correlated methods, foundations of electronic structure calculations for solids, other topics in quantum chemistry		
14. Literatur:	R. McWeeny, Methods of Molecular Quantum Mechanics, second edition, 1989 F. Jensen, Introduction to Computational Chemistry, second edition, 2007		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 358201 Vorlesung Fortgeschrittene Methoden der Quantenchemie</li> <li>• 358202 Übung Fortgeschrittene Methoden der Quantenchemie</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden		

Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 35821 Advanced Methods of Quantum Chemistry (BSL), Schriftlich  
oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Theoretische Chemie

---

## Modul: 35850 Group Theory and Molecular Spectroscopy

2. Modulkürzel:	031100054	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Guntram Rauhut		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Students will understand <ul style="list-style-type: none"> <li>• basics and applications of group theory</li> <li>• the quantum chemical simulation of molecular spectra</li> <li>• the calculation of spectra with the help of quantum chemical software</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Group theory:</b>  Basics: Symmetry and point groups, mathematical basis, matrix representations, irreducible representations, character table, reduction of representations, direct products, vanishing integrals and selection rules, projection operators, symmetry adapted bases. Applications: Hückel Theory, Crystal Field Theory, vibrations</p> <p><b>Theoretical spectroscopy of molecules:</b>  Connection between molecular properties and gradients, coordinate systems (separation of rotation and vibration), potential energy surface generation, vibrational spectroscopy (harmonic and variational anharmonic approaches), vibration correlation methods, calculation of electronic excitation energies, multi-reference methods (MCSCF), transition moments, calculation of vibronic transitions (Franck-Condon factors)</p>		
14. Literatur:	Atkins, Friedman, "Molecular Quantum Mechanics Cotton, "Chemical Applications of Group Theory Jensen, "Introduction to Computational Chemistry		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 358501 Lecture Group Theory and Molecular Spectroscopy</li> <li>• 358502 Exercise Group Theory and Molecular Spectroscopy</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Group Theory and Molecular Spectroscopy, lecture: 3 SWS x 14 Wochen = 42 h</li> <li>• Exercises: 1 SWS x 14 Wochen = 14 h</li> </ul> Selbststudium: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 h pro Präsenzstunde = 112 Stunden</li> </ul> Abschlussprüfung incl. Vorbereitung: 12 h		

Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 35851 Group Theory and Molecular Spectroscopy (BSL), Schriftlich  
oder Mündlich, Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Theoretische Chemie

---

## Modul: 35860 Molecular Quantum Mechanics

2. Modulkürzel:	031100055	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Andreas Köhn		
9. Dozenten:	Johannes Kästner Andreas Köhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students: Understand the techniques used in quantum theory Can solve Schrödinger's equation for special one-dimensional problems Understand the quantization of the angular momentum and its additions Can derive and apply perturbation theory Know the consequences of relativity on quantum-mechanical systems Are able to calculate reaction rates by using transition state theory Understand the basis of scattering theory		
13. Inhalt:	Vector spaces, function spaces, and operators, operators and observables. Angular momentum, creation- and destruction operators, eigenfunctions (spherical harmonics), addition of angular momentum, application of the algebra of the angular momentum in spectroscopy and dynamics. Time-dependent perturbation theory, interaction of electromagnetic radiation with molecules, intensities, Einstein-coefficients, oscillator strengths. Quantum statistics (bosons, fermions). Relativistic effects (scalar, spin-orbit coupling). Chemical Kinetics and Tunneling: partition functions, transition state theory, RRKM, wave packets, one-dimensional potential problems, basis of scattering theory, Feynman path integrals and instanton theory. Other topics in theoretical chemistry.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atkins, Molecular Quantum Mechanics</li> <li>• Cohen-Tannoudji, Quantum Mechanics</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 358601 Lecture Molecular Quantummechanics</li> <li>• 358602 Exercise Molecular Quantummechanics</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 35861 Molecular Quantum Mechanics (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Theoretische Chemie

---

**Modul: 36010 Simulation Methods in Physics**

2. Modulkürzel:	081800013	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Holm		
9. Dozenten:	Christian Holm Maria Fyta		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>• Unix basics</li> <li>• Basic Programming skills in C and Python</li> <li>• Basics of Numerical Mathematics</li> </ul>		
12. Lernziele:	The goal is to obtain a thorough understanding of numerical methods for simulating physical phenomena of classical and quantum systems. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply simulation methods to a given problem. The tutorials also support media- and methodological skills.		
13. Inhalt:	<p><b>Simulation Methods in Physics 1 (2 SWS Lecture + 2 SWS Tutorials in Winter Term)</b></p> <p>Homepage (Winter Term 2016/2017):  <a href="https://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2016/2017">https://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_I_WS_2016/2017</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• History of Computers</li> <li>• Finite-Element-Method</li> <li>• Molecular Dynamics (MD) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrators</li> <li>• Different Ensembles: Thermostats, Barostats</li> <li>• Observables</li> </ul> </li> <li>• Simulation of quantum mechanical problems <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solving the Schrödinger equation</li> <li>• Lattice models, Lattice gauge theory</li> </ul> </li> <li>• Monte-Carlo-Simulations (MC)</li> <li>• Spin Systems, Critical Phenomena, Finite Size Scaling</li> <li>• Statistical Errors, Autocorrelation</li> </ul> <p><b>Simulation Methods in Physics 2 (2 SWS Lecture in Summer Term)</b></p> <p>Homepage (SS 2015):<a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2015">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Physics_II_SS_2015</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ab-initio MD</li> <li>• Advanced MD methods</li> <li>• Implicit solvent models</li> <li>• Hydrodynamic interactions</li> <li>• Electrostatic interactions</li> <li>• Coarse-graining</li> <li>• Advanced MC methods</li> <li>• Computing free energies</li> </ul>		

If desired, you can attend to the lab 04563 Simulation Methods in Practice of the MSc Module Advanced Simulation Methods in parallel to this lecture, which then counts as preponed course from the MSc module.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frenkel, Smit, "Understanding Molecular Simulations", Academic Press, San Diego, <b>2002</b>.</li><li>• Allen, Tildesley, "Computer Simulation of Liquids. <i>Oxford Science Publications</i> , Clarendon Press, Oxford, <b>1987</b> .</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 360101 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik I</li><li>• 360102 Vorlesung Simulationsmethoden in der Physik II</li><li>• 360103 Übung Simulationsmethoden in der Physik I</li><li>• 360104 Übung Simulationsmethoden in der Physik II</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Simulation Methods in Physics 1: 28h Attendance, 56h Home work</li><li>• Tutorials Simulation Methods in Physics 1: 28h Attendance, 68h Doing the Excercises</li><li>• Lecture Simulation Methods in Physics 2: 28h Attendance, 62h Home work</li></ul> <p><b>Total: 270h</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 36011 Simulation Methods in Physics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Sonstige schriftlich (120 min) oder mündlich (60 min)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	Fortgeschrittene Simulationsmethoden (Schwerpunkt) Advanced Simulation Methods
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Computerphysik

---

## Modul: 36100 Programmierparadigmen

2. Modulkürzel:	051510010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Programmiererfahrung in mindestens einer Programmiersprache, vornehmlich Java, so wie z. B. im Modul "Programmierung und Software Entwicklung"(10280) erworben.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben grundlegende Konzepte von Programmiersprachen verstanden, die dem Erlernen weiterer Sprachen und dem vertieften Verständnis ihnen bekannter Sprachen dienlich sind. Sie haben deren Anwendung in mindestens einer weiteren Programmiersprache ihrer Ausbildung verstanden. Sie können ihre Kenntnisse in einfachen Programmen anwenden. Sie können weitere Programmiersprachen in ihrer akademischen und beruflichen Karriere schneller und präziser erlernen.		
13. Inhalt:	Überblick typischer Konzepte in Programmiersprachen und ihrer Auswirkungen auf die Sprache und deren Anwendung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliche Ausführungsmodelle</li> <li>• Speichermodelle und deren Konsequenzen</li> <li>• Datentypen und Typsysteme</li> <li>• unterschiedliche Bindungskonzepte und ihre Auswirkungen</li> <li>• objekt-orientierte Sprachkonzepte</li> <li>• Abstraktion und Kompositionsmechanismen</li> <li>• funktionale Sprachen.</li> <li>• Eventuell werden auch Elemente der parallelen Programmierung und der Logik-Programmierung mit einbezogen. Die Vorlesung ist kein Streifzug durch diverse Programmiersprachen, sondern die Vorstellung zugrundeliegender Prinzipien, und ihrer Begründung aus der Sicht des Software Engineering, insbesondere der Zuverlässigkeit der Anwendung, und, wo nötig, der Implementierungsmodelle.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sebesta, Robert, Concepts of Programming Languages, Pearson Verlag, 2010 (Hörerschein verfügbar).</li> <li>• weitere Literatur wird zu Beginn der Lehrveranstaltung und auf den Webseiten bekanntgegeben.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 361001 Vorlesung Programmierparadigmen</li> <li>• 361002 Übung Programmierparadigmen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 36101 Programmierparadigmen (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [36101] Programmierparadigmen (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Programmiersprachen und Übersetzerbau

---

## Modul: 36360 Qualitätsmanagement

2. Modulkürzel:	072410009	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl		
9. Dozenten:	Alexander Schloske		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die modernen Qualitätsmanagement-Systeme und Qualitätsmanagement-Methoden und können diese beurteilen sowie deren Anwendungsbereiche entlang des Produktlebenslaufes aufzeigen.		
13. Inhalt:	In der Vorlesung werden Methoden für die Regelung und Optimierung betrieblicher Abläufe in zeitgemäßen Produktionsbetrieben behandelt wie Quality Function Deployment (QFD), Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), Statistische Prozessregelung (SPC) und an Fällen aus der industriellen Praxis vertieft. Die Vorlesung gibt einen Überblick über die Aufgaben und die organisatorischen Maßnahmen für ein umfassendes Qualitätsmanagement. In die Betrachtung sind alle Phasen im Produktlebenszyklus, vom Marketing bis zur Nutzung einbezogen: Qualitätsphilosophie, Entwicklung von der Qualitätskontrolle zu TQM, Benchmarking, Aufbau und Einführung eines QM-Systems, Aufbau- und Ablauforganisation, QM-Normen, QMHandbuch, Auditierung, Aufgaben der Qualitätsplanung, Prüfmittelüberwachung, Q-Lenkung, u.a. Die Themen werden mit Beispielen und Erfahrungen aus der industriellen Praxis belegt. Übung: 7 Qualitätsmanagement-Tools, 7 Management-Tools, Quality Function Deployment (QFD), Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA), Stichprobenprüfung, Statistische Prozessregelung (SPC)		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien und Skriptum der Vorlesung</li> </ul> Standardliteratur zum Thema Qualitätsmanagement: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Masing, Walter (Begr.) , Pfeifer, Tilo (Hrsg.) , Schmitt, Robert (Hrsg.): Masing Handbuch Qualitätsmanagement 5., vollst. neu bearb. Aufl. München : Hanser, 2007. - ISBN 978-3-446-40752-7</li> <li>• Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement : Strategien, Methoden, Techniken 3., völlig überarb. und erw. Aufl. München, Wien : Hanser, 2001. - ISBN 3-446-21515-8</li> <li>• Linß, Gerhard: Qualitätsmanagement für Ingenieure. 3., aktualis. Aufl. München: Hanser, 2009. - ISBN 978-3-446-41784-7</li> </ul>		

- Kamiske, Gerd F. , Brauer, Jörg-Peter: Qualitätsmanagement von A bis Z : Erläuterungen moderner Begriffe des Qualitätsmanagements 5., aktualis. Aufl. München, Wien : Hanser, 2006. - ISBN 3-446-40284-5
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 363601 Vorlesung Qualitätsmanagement
  - 363602 Übung Qualitätsmanagement
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 42Stunden  
Selbststudium: 138 Stunden  
Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

36361 Qualitätsmanagement (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung:  
1  
Die Teilnahme an den Übungen ist verpflichtend

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb

---

## Modul: 36900 Molekulare Thermodynamik

2. Modulkürzel:	042100008	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Joachim Groß		
9. Dozenten:	Joachim Groß		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	inhaltlich: Technische Thermodynamik I und II, Technische Mechanik, Höhere Mathematik formal: Bachelor-Abschluss		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können molekulare Modellen und in den Ingenieurwissenschaften erforderlichen makroskopischen Stoffeigenschaften kombinieren und dieses Wissen in die Gestaltung optimaler Prozesse einfließen lassen.</li> <li>• können die grundlegenden Arbeitsmethoden der molekularen Thermodynamik anwenden, beurteilen und bewertend miteinander vergleichen.</li> <li>• können die Auswirkungen molekularer Parameter auf makroskopische, thermodynamische Größen beschreiben und identifizieren und sind damit befähigt Methoden aus der angrenzenden Disziplin der statistischen Physik anzuwenden um daraus eigene Lösungsansätze für thermodynamische Ingenieursprobleme zu generieren.</li> <li>• können, ausgehend von den verschiedenen intermolekularen Wechselwirkungstypen, wie Repulsion, Dispersion und Elektrostatik, durch Analyse und Beschreibung dieser Wechselwirkungen auch komplexe Probleme der theoretischen und angewandten Verfahrenstechnik und angrenzender Fachgebiete abstrahieren und diese darauf aufbauend modellieren, z.B. zur Entwicklung physikalisch-basierter Zustandsgleichungen, Beschreibung von Grenzflächen, Modellierung von Flüssigkristallen oder Polymerlösungen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Ausgangspunkt sind Modelle der zwischenmolekularen Wechselwirkungen, wie Hartkörper-, Square-Well-, und Lennard-Jones-Potential sowie elektrostatische Potentiale. Die Struktureigenschaften von Fluiden werden mit Hilfe der radialen Paarverteilungsfunktion erfasst. Theorien zur Berechnung dieser Funktion werden besprochen. Störungstheorien werden eingeführt und angewandt, um die thermodynamischen Eigenschaften von Reinstoffen und Mischungen zu berechnen. Auch stark nicht-ideale Systeme mit polymeren oder Wasserstoffbrücken-bildenden Komponenten werden abgebildet. Die molekularen Methoden werden illustriert, indem Grenzflächeneigenschaften mit Hilfe der Dichtefunktionaltheorie, sowie Flüssigkristalle modelliert werden		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Widom: Statistical Mechanics - A concise introduction for chemists. Cambridge Press, 2002</li> </ul>		

- D.A. McQuarrie: Statistical Mechanics. Univ Science Books, 2000
- J.P. Hansen, I.R. McDonald: Theory of Simple Liquids. Academic Press, 2006.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 369001 Vorlesung Molekulare Thermodynamik
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h Gesamt: 90 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	36901 Molekulare Thermodynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvoraussetzung: (USL-V), schriftliche Prüfung
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Entwicklung des Vorlesungsinhaltes als Tafelanschrieb, Beiblätter werden als Ergänzung zum Tafelanschrieb ausgegeben. Die Übung wird als Rechnerübung gehalten.
20. Angeboten von:	Thermodynamik und Thermische Verfahrenstechnik

---

## Modul: 37270 Mechatronische Systeme in der Medizin - Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation

2. Modulkürzel:	072910092	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Verl		
9. Dozenten:	Urs Schneider		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der medizinischen Orthopädie. Sie können beurteilen, wie mechatronische Systeme (z.B. elektronisches Kniegelenk, Exoskelett) im Bewegungsapparat des Menschen Einsatz finden und wie der menschliche Bewegungsapparat technisch beschrieben werden kann.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Orthopädie</li> <li>• Bewegungserfassung, Bewegungssteuerung und Bewegungserzeugung</li> <li>• Anwendungen in der Prothetik, Orthetik und Rehabilitation.</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 372701 Vorlesung Mechatronische Systeme in der Medizin - Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 21 Stunden Selbststudium: 69 Stunden <b>Summe: 90 Stunden</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	37271 Mechatronische Systeme in der Medizin - Anwendungen aus Orthopädie und Rehabilitation (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung		

## Modul: 37670 Nichtlineare Optimierung

2. Modulkürzel:	060200006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Grimm		
9. Dozenten:	Werner Grimm		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, praktische Optimierungsprobleme in die Standardform eines nichtlinearen Parameteroptimierungsproblems zu überführen und die notwendigen und hinreichenden Bedingungen für die Lösung aufzustellen.</li> <li>• Die Studierenden haben einen Überblick über die numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Parameteroptimierungsprobleme. Das betrifft insbesondere die einem Verfahren zugrunde liegende Entwurfsidee und die praktischen Vor- und Nachteile.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• das nichtlineare Parameteroptimierungsproblem: Aufgabenstellung und Beispiele</li> <li>• notwendige und hinreichende Bedingungen für ein lokales Minimum</li> <li>• numerische Verfahren für unbeschränkte Probleme (Gradientenverfahren, Newton- und Quasi-Newton-Verfahren usw.)</li> <li>• numerische Verfahren für beschränkte Probleme (SQP-Verfahren usw.)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• W. Grimm, K.H. Well: Nichtlineare Optimierung, Skript</li> <li>• J.S. Arora, Introduction to Optimum Design, McGraw-Hill</li> <li>• R. Fletcher, Practical Methods of Optimization, Wiley</li> <li>• P.E. Gill, Numerical Methods for Constrained Optimization, Academic Press</li> <li>• G.L. Nemhauser et al. (eds.), Optimization, Handbooks in Operations Research and Management Science, Vol. 1, North Holland</li> <li>• Vortragsübungen im Netz</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 376702 Übung Nichtlineare Optimierung</li> <li>• 376701 Vorlesung Nichtlineare Optimierung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Nichtlineare Optimierung, Vorlesung: 28 h Präsenzzeit, 30 h Selbststudium</p> <p>Nichtlineare Optimierung , Übung: 14 h Präsenzzeit, 18 h Selbststudium</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>37671 Nichtlineare Optimierung (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Klausur mit allen Hilfsmitteln, 60 Min.</p>		
18. Grundlage für ... :	Optimalsteuerung in der LRT		



## Modul: 38720 Meteorologie

2. Modulkürzel:	042500051	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Ulrich Vogt		
9. Dozenten:	Ulrich Vogt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
12. Lernziele:	Die Studenten haben die Grundkenntnisse der Meteorologie und der atmosphärischen Prozesse erworben, die zum Verständnis des Verhaltens von Luftverunreinigungen und der Niederschläge in der Atmosphäre, die auch auf andere Bereiche der Umwelt einwirken (Wasser, Vegetation) erforderlich sind.		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung "Meteorologie werden die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Strahlung und Strahlungsbilanz,</li> <li>• Meteorologische Elemente (Luftdichte, Luftdruck, Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) und ihre Messung,</li> <li>• allgemeine Gesetze,</li> <li>• Aufbau der Erdatmosphäre,</li> <li>• klein- und großräumige Zirkulationssysteme in der Atmosphäre,</li> <li>• Wetterkarte und Wettervorhersage,</li> <li>• Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre,</li> <li>• Stadtklimatologie,</li> <li>• Globale Klimaveränderungen und ihre Auswirkungen, "Ozonloch.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsmanuskript</li> <li>• Lehrbuch: Hupfer, P., Kuttler, W. (Hrsg.): Witterung und Klima, Teubner, 12.Auflage, 2006</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 387201 Vorlesung Meteorologie		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 62 h <b>Gesamt: 90 h</b>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	38721 Meteorologie (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafelanschrieb, PPT-Präsentationen, ILIAS		

20. Angeboten von: Thermische Kraftwerkstechnik

---

## Modul: 38780 Systemdynamik

2. Modulkürzel:	074710001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Sawodny		
9. Dozenten:	Oliver Sawodny		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Pflichtmodule Mathematik		
12. Lernziele:	<p>Der Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kann lineare dynamische Systeme analysieren,</li> <li>• kann lineare dynamische Systeme auf deren Struktureigenschaften untersuchen</li> <li>• kennt den mathematisch-methodischen Hintergrund zur Systemdynamik</li> </ul>		
13. Inhalt:	Einführung mathematischer Modelle, vertiefte Darstellung zur Analyse im Zeitbereich, vertiefte Darstellung zur Analyse im Frequenzbereich/Bildbereich, Integraltransformation		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsumdrucke</li> <li>• Föllinger, O. : Laplace-, Fourier- und Z-Transformation. 7. Aufl., Hüthig Verlag 1999</li> <li>• Preuss, W.: Funktionaltransformationen - Fourier-, Laplace- und Z-Transformation. Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag 2002</li> <li>• Unbehauen, R.: Systemtheorie1, Oldenbourg 2002</li> <li>• Lunze, J.: Regelungstechnik 1, Springer Verlag 2006</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 387801 Vorlesung Systemdynamik</li> <li>• 387802 Übung Systemdynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 32 h Selbststudiumszeit/Nachbearbeitungszeit: 58h <b>Gesamt: 90h</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	38781 Systemdynamik (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Hilfsmittel: Taschenrechner (nicht vernetzt, nicht programmierbar, nicht grafikfähig) gemäß Positivliste sowie alle nicht-elektronischen Hilfsmittel		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemdynamik		

## Modul: 39370 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Jörg Wrachtrup		
9. Dozenten:	Gert Denninger Peter Michler Harald Gießen Jörg Wrachtrup		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Inhalte der Module Experimentalphysik I - IV		
12. Lernziele:	Die Studierenden sollen grundlegende Kenntnisse im Bereich der Molekül- und Festkörperphysik erwerben.		
13. Inhalt:	<p><b>Molekülphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische und magnetische Eigenschaften der Moleküle</li> <li>• Chemische Bindung</li> <li>• Molekülspektroskopie (Rotation- und Schwingungsspektren)</li> <li>• Elektronenzustände und Molekülspektren (Franck-Condon Prinzip, Auswahlregeln)</li> </ul> <p><b>Festkörperphysik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungsverhältnisse in Kristallen</li> <li>• Reziprokes Gitter und Kristallstrukturanalyse</li> <li>• Kristallwachstum und Fehlordnung in Kristallen</li> <li>• Gitterdynamik (Phononenspektroskopie, Spezifische Wärme, Wärmeleitung)</li> <li>• Fermi-Gas freier Elektronen</li> <li>• Energiebänder</li> <li>• Halbleiterkristalle</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haken/Wolf, Molekülphysik und Quantenchemie, Springer</li> <li>• Atkins, Friedmann, Molecular Quantum Mechanics, Oxford</li> <li>• Kittel, Einführung in die Festkörperphysik, Oldenbourg</li> <li>• Ibach/Lüth, Festkörperphysik, Einführung in die Grundlagen, Springer</li> <li>• Ashcroft/Mermin, Festkörperphysik, Oldenbourg</li> <li>• Kopitzki/Herzog, Einführung in die Festkörperphysik, Teubner</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 393701 Vorlesung Grundlagen der Experimentalphysik V</li> <li>• 393702 Übung Grundlagen der Experimentalphysik V</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 84 h Selbststudiumszeit: 186 h Gesamt: 270 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li><li>• 39372 Grundlagen der Experimentalphysik V: Molekül- und Festkörperphysik (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Overhead, Projektion, Tafel, Demonstration
20. Angeboten von:	Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen

---

## Modul: 39390 Theoretische Physik II: Quantenmechanik

2. Modulkürzel:	082210002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Maria Daghofer		
9. Dozenten:	Prof. Dr. Udo Seifert Hans Peter Bächler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
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 (Akademie-Verlag, Berlin, 1974)</li> <li>* A. Messiah, Quantum Mechanics, Vols. I, II (North-Holland, Amsterdam, 1974)</li> </ul>		
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</li> <li>• 39392 Theoretische Physik II: Quantenmechanik (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1</li> </ul> Übungsaufgaben mit Tafelvortrag + 120-minütige unbenotete Scheinklausur		
18. Grundlage für ... :	Theoretische Physik III: Elektrodynamik Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik		
19. Medienform:	Tafelanschrieb		
20. Angeboten von:	Theoretische Physik		

## Modul: 39400 Theoretische Physik III: Elektrodynamik

2. Modulkürzel:	082410400	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Siegfried Dietrich		
9. Dozenten:	Siegfried Dietrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Theoretische Physik I: Klassische Mechanik Modul Theoretische Physik II: Quantenmechanik		
12. Lernziele:	Erwerb eines gründlichen Verständnisses der mathematisch-quantitativen Beschreibung der Elektrodynamik und Befähigung zu selbständigen Anwendungen der erlernten Rechenmethoden		
13. Inhalt:	1) Elektromagnetisches Feld 2) Statische Felder, Elektromagnetische Wellen 3) Spezielle Relativitätstheorie 4) Strahlung beschleunigter Teilchen		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jackson, „Klassische Elektrodynamik“</li> <li>• Landau-Lifschitz: „Lehrbuch der Theoretischen Physik“, Band 2: Klassische Feldtheorie, Band 8: Elektrodynamik der Kontinua</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 394001 Vorlesung Theoretische Physik III: Elektrodynamik</li> <li>• 394002 Übung Theoretische Physik III: Elektrodynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	270 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 39402 Theoretische Physik III: Elektrodynamik (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1</li> </ul> Übungsaufgaben mit Tafelvortrag		
18. Grundlage für ... :	Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik		
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Institut für Theoretische Physik III		

## Modul: 39410 Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik

2. Modulkürzel:	082410410	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Siegfried Dietrich		
9. Dozenten:	Siegfried Dietrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Theoretische Physik I: Klassische Mechanik Modul Theoretische Physik II: Quantenmechanik Modul Theoretische Physik III: Elektrodynamik		
12. Lernziele:	Erwerb eines gründlichen Verständnisses der mathematisch-quantitativen Beschreibung der Statistischen Physik und Befähigung zu selbständigen Anwendungen der erlernten Rechenmethoden		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formen des Energietransfers, thermisches Gleichgewicht, Hauptsätze der Thermodynamik, Gleichgewichtsbedingungen, Prozesse, thermodynamische Potentiale, Phasengleichgewichte</li> <li>• Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie, Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Statistik des thermischen Gleichgewichts, ideale Quantengase</li> </ul>		
14. Literatur:	Auswahl: <ul style="list-style-type: none"> <li>• H.B. Callen, "Thermodynamics and an introduction to thermostatistics", Wiley &amp; Sons</li> <li>• F. Reif, "Fundamentals of statistical and thermal physics", McGraw-Hill</li> <li>• R. Becker, "Theorie der Wärme", Springer</li> <li>• W. Brenig, "Statistische Theorie der Wärme", Springer</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 394101 Vorlesung Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik</li> <li>• 394102 Übung Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	270 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 39412 Theoretische Physik IV: Statistische Mechanik (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Theoretische Festkörperphysik		

**Modul: 40010 Analytische und Numerische Methoden in der LRT**

2. Modulkürzel:	060100010	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Bernhard Weigand		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	MatLab-Kenntnisse, Kenntnisse in der numerische Mathematik für Ingenieure, wie sie im Rahmen des Moduls Numerische Simulation (060100001) des Bachelor-Studienganges Luft- und Raumfahrttechnik erworben werden.		
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Lösungseigenschaften der verschiedenen mathematischen Modelle, die in der Luft- und Raumfahrttechnik auftreten. Sie kennen Methoden, um diese Modelle in Spezialfällen zu vereinfachen und können diese einsetzen, um einfache analytische Lösungen abzuleiten. Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in Rechenprogrammen für Probleme der Luft- und Raumfahrttechnik benutzt werden und kennen deren Eigenschaften. Sie können diese in vereinfachten Situationen auch in Rechenprogramme umsetzen. Sie können diese validieren und Simulationen ausführen. Die Studierenden sind in der Lage, die numerischen Ergebnisse eines Rechenprogramms hinsichtlich Qualität und Genauigkeit zu beurteilen.		
13. Inhalt:	Es werden Grundlagen der mathematischen Modellierung und der Methoden der angewandten Mathematik behandelt, insbesondere mit dem Ziel der Berechnung von Lösungen von partiellen Differenzialgleichungen. Die Grundlagen umfassen hier Dimensionsanalyse, Störungsrechnung, mathematische Modellierung mit Differenzialgleichungen, Lösungsansätze für einfache partielle Differenzialgleichungen, Fourier Reihen und Transformation, Separationsansätze, Erhaltungsgleichungen. Aufbauend auf den Grundlagen der numerischen Mathematik werden die Prinzipien der Konstruktion numerischer Methoden erläutert. Die analytischen und numerischen Werkzeuge werden zur Bestimmung von Lösungen und Näherungslösungen eingesetzt, wie stationäre Wärmeleitungsprobleme, instationäre Diffusion und Wärmeleitung und Wellenausbreitung. Dabei werden Finite-Volumen-, Finite-Elemente- und Differenzen-Verfahren abgeleitet und angewandt. Die Übertragung der Methoden auf die Lösung von Strömungs- und Transportprozessen und Probleme in Statik und Dynamik wird behandelt und in Übungen und Übungsblättern praktisch ausgeführt.		

14. Literatur:	Literatur: Munz, Westermann: Numerische Behandlung von gewöhnlichen und partiellen Differenzialgleichungen, Springer-Verlag B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 400101 Vorlesung mit Übungen Analytische und numerische Methoden</li><li>• 400102 Tutorium Analytische und numerische Methoden</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Analytische und numerische Methoden, Vorlesung: 120 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 64 h) Tutorium: 60h (Präsenzzeit 28h , Selbsstudium 32h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40011 Analytische und Numerische Methoden in der LRT (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

## Modul: 40680 Optimization

2. Modulkürzel:	051200113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Marc Toussaint		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid basic knowledge in linear algebra and analysis. Basic programming skills.		
12. Lernziele:	<p>Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines, e.g. Machine Learning, Combinatorial Optimization, Computer Vision, Robotics, Simulation. The focus will be on continuous optimization problems (including as they arise from relaxations of discrete problems), including convex problems, quadratic und linear programming, but also non-linear black-box problems. The goal is to give an overview of the various approaches and mathematical formulations and practical experience with the basic paradigms.</p>		
13. Inhalt:	<p>Optimization is one of the most fundamental tools of modern sciences. Many phenomena -- be it in computer science, artificial intelligence, logistics, physics, finance, or even psychology and neuroscience -- are typically described in terms of optimality principles. The reason is that it is often easier to describe or design an optimality principle or cost function rather than the system itself. However, if systems are described in terms of optimality principles, the computational problem of optimization becomes central to all these sciences.</p> <p>This lecture aims give an overview and introduction to various approaches to optimization together with practical experience in the exercises. The focus will be on continuous optimization problems and we will cover methods ranging from standard convex optimization and gradient methods to non-linear black box problems (evolutionary algorithms) and optimal global optimization. Students will learn to identify, mathematically formalize, and derive algorithmic solutions to optimization problems as they occur in nearly all disciplines. A preliminary list of topics is:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gradient methods, log-barrier, conjugate gradients, Rprop</li> <li>• constraints, KKT, primal/dual</li> <li>• Linear Programming, simplex algorithm</li> <li>• (sequential) Quadratic Programming</li> <li>• Markov Chain Monte Carlo methods</li> <li>• 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS</li> <li>• blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms</li> </ul>		
14. Literatur:			

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 406801 Vorlesung mit Übungen Optimization
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	40681 Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

---

**Modul: 41500 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie**

2. Modulkürzel:	082000402	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Udo Seifert		
9. Dozenten:	Maria Daghofer Hans Peter Büchler Udo Seifert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Quantenmechanik u. Elektrodynamik aus dem Bachelor-Studiengang		
12. Lernziele:	Vorlesung und Übung:  * Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Konzepte und Anwendungen der fortgeschrittenen Quantenmechanik.  * Befähigung zur mathematischen Behandlung und Lösung von Aufgaben der fortgeschrittenen Quantenmechanik.		
13. Inhalt:	1) Zeitabhängige Störungstheorie 2) Relativistische Quantenmechanik 3) Zweite Quantisierung. Quantenfeldtheorie 4) Das Fermigas und die Fermi-Flüssigkeit 5) Bose-Einstein-Kondensation. Suprafluidität		
14. Literatur:	wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 415001 Vorlesung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie</li> <li>• 415002 Übung Fortgeschrittene Vielteilchentheorie</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung:</b> Präsenzstunden: 3 h (4 SWS) * 14 Wochen = 42h Vor- und Nachbereitung: 2 h pro Präsenzstunde= 84h</p> <p><b>Übungen:</b> Präsenzstunden: 1,5 h (2 SWS) * 14 Wochen = 21h Vor- und Nachbereitung: 3 h pro Präsenzstunde = 63h Prüfung inkl. Vorbereitung = 70h</p> <p><b>Gesamt: 280h</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 41501 Fortgeschrittene Vielteilchentheorie (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Institut für Theoretische Physik III		

## Modul: 41630 Mathematisches Seminar

2. Modulkürzel:	080300101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Christian Rohde		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Zulassungsvoraussetzung: Orientierungsprüfung		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fähigkeit zur Erarbeitung der Inhalte eines mathematischen Textes.</li> <li>• Fähigkeit zum freien Vortrag über den Inhalt.</li> <li>• Stärkung der Diskussionsfähigkeit zu mathematischen Themen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	Die Themen werden zu allen am Fachbereich vertretenen Themenbereichen vergeben.		
14. Literatur:	Wird zu jeder Lehrveranstaltung einzeln bekannt gegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 416301 Mathematisches Seminar</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 21 h Selbststudium: 69 h Gesamt: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41631 Mathematisches Seminar (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastik und Anwendungen		

## Modul: 41880 Grundlagen der Bionik

2. Modulkürzel:	072910094	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Michael Seyfarth		
9. Dozenten:	Oliver Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Keine		
12. Lernziele:	<p>Die Veranstaltung gibt einen Überblick über die verschiedenen Arbeitsfelder der Bionik und legt einen Schwerpunkt auf Anwendungen in der Biomedizinischen Technik. Die Studierenden lernen die bionische Denkweise kennen und erhalten einen Einblick in das Potential der Bionik für Lösungen zu zentralen technische Problemen. Sie lernen aber auch die Grenzen des oft überschätzen Hoffnungsträgers Bionik kennen und lernen echte Bionik von Pseudobionik, Technischer Biologie und Bioinspiration zu unterscheiden.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geschichte der Bionik</li> <li>• Evolution und Optimierung in Biologie, und Technik</li> <li>• Modellbildung, Analogiebildung, Transfer in die Technik</li> <li>• Bionik als Kreativitätstechnik</li> <li>• Biologische Materialien und Strukturen</li> <li>• Formgestaltung und Design</li> <li>• Konstruktionen und Geräte</li> <li>• Bau und Klimatisierung</li> <li>• Robotik und Lokomotion</li> <li>• Sensoren und neuronale Steuerungen</li> <li>• Biomedizinische Technik</li> <li>• System und Organisation</li> </ul> <p>Als Transfer in die Praxis werden am Ende der Veranstaltung in Kleingruppen technische Problemstellungen bionisch bearbeitet, z.B. Anwendung von bionischen Optimierungsmethoden, bionische Produktentwicklung. Die Ergebnisse werden in der letzten Vorlesung präsentiert.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werner Nachtigall: Bionik - Grundlagen und Beispiele für Ingenieure und Naturwissenschaftler, (2. Auflage).</li> </ul> <p>Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 52 Stunden Summe: 90 Stunden</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	41881 Grundlagen der Bionik (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Steuerungstechnik der Werkzeugmaschinen und  
Fertigungseinrichtungen

---

## Modul: 42410 Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens

2. Modulkürzel:	051240020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und</li> <li>- Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw.</li> <li>- Modul 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker</li> </ul>		
12. Lernziele:	Kenntnis grundlegender Konzepte, Algorithmen und Methoden des Wissenschaftlichen Rechnens. 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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überblick über die Simulationspipeline und die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Schritten</li> <li>- Skalenabhängige Modellierung</li> <li>- Diskretisierung (Gitter, Finite Elemente, Zeitschrittverfahren)</li> <li>- Algorithmen (Gittergenerierung, Adaptivität, Lineare Löser, Linked-Cell, Fast Multipole)</li> <li>- Parallelisierung (Gitterpartitionierung, Lastbalancierung)</li> <li>- Kurzer Überblick über die Visualisierung</li> </ul>		
14. Literatur:	Martin Hanke-Bourgeois: Grundlagen der numerischen Mathematik und des wissenschaftlichen Rechnens, Vieweg+Teubner Verlag 2009.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 424101 Vorlesung Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens</li> <li>• 424102 Übung Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42411 Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [42411] Grundlagen des Wissenschaftlichen Rechnens (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Simulation Software Engineering		

## Modul: 42420 High Performance Computing

2. Modulkürzel:	051240040	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Martin Bernreuther Miriam Mehl Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und</li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw.</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:	Die Vorlesung beschäftigt sich mit den Grundlagen paralleler Programmierung und paralleler Algorithmen speziell im Hinblick auf die Anwendungsbereiche Wissenschaftliches Rechnen und High Performance Computing. Verwandte Fragestellungen aus dem Bereich der Theorie (parallele Modelle und parallele Komplexität, etc.) sowie aus der Rechnertechnik (parallele Architekturen) werden begleitend diskutiert. 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. Rünger: „Parallele Programmierung , 2. Aufl., Springer 2007, (in English: T. Rauber, G. Rünger: „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:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42421 High Performance Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [42421] High Performance Computing (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Software Engineering

---

## Modul: 42480 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens

2. Modulkürzel:	051240030	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Dirk Pflüger Stefan Zimmer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker und</li> <li>• Modul 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen der Informatik bzw.</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:	Primärliteratur zu den behandelten Themen: <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:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42481 Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [42481] Ausgewählte Kapitel des Wissenschaftlichen Rechnens (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Simulation Software Engineering

---

## Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4 SWS		
12. Lernziele:	The course has the objective to provide knowledge about the essential modelling constructs for workflows and their mapping to corresponding workflow languages. In addition, the life cycle of Workflow-based applications will be presented in detail and connected to the Architecture of Workflow Management Systems, which will also be presented. Moreover, the goal is to enable students to use workflow languages (in particular BPEL) in practice. In this respects students will also understand the fundamental approach process graphs, which is applied in workflow languages. Of great importance are , mechanisms for fault handling and exception handling - these will be explained in detail and students will be able to apply them.		
13. Inhalt:	Workflows are IT realisations of business processes and are also considered an approach of significant importance for composition of applications. This course will introduce the foundations of this area, also known as Business Process Management BPM). 1) Historical Development of the Workflow Technology 2) Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...) 3) Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...) 4) Flow Languages (FDL, BPEL) 5) Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics) 6) Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation) 7) Two-level programming paradigm 8) Transactional support in workflows		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000</li> <li>• W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name: 42901 Business Process Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 43500 MSc Bioinformatik und Biostatistik II

2. Modulkürzel:	030800926	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Jürgen Pleiss		
9. Dozenten:	Jürgen Pleiss Jürgen Dippon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 21190 Bioinformatik und Biostatistik II darf im B.Sc. Technische Biologie nicht angerechnet worden sein.		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept der relationalen Datenbank und kennen die Grundlagen der Programmiersprache PERL. Sie sind in der Lage, eine einfache Datenbank zu erstellen und über eine Benutzeroberfläche Sequenzdaten ein- und auszulesen und zu verarbeiten.</li> <li>• Die Studenten kennen die Beschreibung von Proteinsequenzen durch stochastische Modelle und beherrschen deren Anwendung auf biologische Fragestellungen (Genidentifikation, Multisequenzvergleich, Sequenzprofile)</li> <li>• Biologische Daten, z.B. aus Hochdurchsatzexperimenten, weisen eine hohe Komplexität und individuelle Variabilität auf. Klassifikation des vorliegenden statistischen Problems, Wahl eines geeigneten statistischen Modells, programmiertechnisches Vorgehen und Interpretation der Ergebnisse sollen für typische biologische Fragestellungen selbständig durchgeführt werden können</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Bioinformatik:                      Relationale Datenbanken (Datenmodell, Structured Query Language SQL)                      Einlesen, Auslesen und Verarbeiten von Proteinsequenzdaten mit Hilfe der Programmiersprache PERL                      Hidden Markov Model (HMM)                      Anwendung von HMMs zur Analyse von DNA- und Proteinsequenzen</p> <p>Biostatistik:                      Statistische Analyse hochdimensionaler Daten                      Simultanes Testen vieler Hypothesen                      Merkmalsextraktion und Vorhersage                      Grafische Methoden                      Versuchsplanung und Fallzahlab-schätzung                      Stochastische Prozesse</p>		
14. Literatur:	Semesteraktuelles Skript zur Vorlesung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 435001 Vorlesung Bioinformatik 2		

- 435002 Übung Bioinformatik 2
- 435003 Vorlesung Biostatistik 2
- 435004 Übung Biostatistik 2

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 84 Stunden  
Selbststudium: 96 Stunden  
SUMME: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

43501 MSc Bioinformatik und Biostatistik II (LBP), Schriftlich,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Technische Biochemie

---

## Modul: 43590 Antikörper Engineering

2. Modulkürzel:	040800013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	12 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	13	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Roland Kontermann		
9. Dozenten:	Roland Kontermann Dafne Müller		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden besitzen detaillierte Kenntnisse im Bereich des Antikörper Engineering und können die Struktur und Funktion von Antikörpern sowie deren Entstehung erklären</p> <p>Die Studierenden können Methoden zur Gewinnung monoklonaler und rekombinanter Antikörper theoretisch anwenden und Lösungen zu deren Optimierung aufzeigen</p> <p>Die Studierenden können die molekularen Grundlagen sowie die therapeutischen Potentiale gentechnisch modifizierter Antikörper diskutieren und dieses Wissen auf ausgewählte Indikationen, z.B. Onkologie und Entzündung übertragen und anwenden</p> <p>Die Studierenden können wichtige Schritte zur Generierung gentechnisch hergestellter Antikörper identifizieren und ihre praktisch erworbenen Fertigkeiten für die Herstellung, Produktion und Charakterisierung rekombinanter Antikörper anwenden.</p>		
13. Inhalt:	<p>Theorie: Antikörperstruktur, Antikörperfunktion, B-Zell-Reifung und -Differenzierung, Antikörperbildung und -Reifung, Pharmakologie von Proteintherapeutika, Monoklonale Antikörper, rekombinante Antikörper und -Antikörperfragmente, Produktion rekombinanter Antikörper, Antikörperhumanisierung, humane Antikörper, Phagen-Display Technologie, Transgene Tiere, Antikörper in der Diagnostik, Antikörper für therapeutische Anwendungen (z.B. Entzündliche Erkrankungen, Infektionserkrankungen, Erkrankungen des Herz-Kreislaufsystems, Tumortherapie), Bispezifische Antikörper, Antikörper-Drug-Konjugate, Antikörperfusionsproteine, Antikörper-Industrie.</p> <p>Praxis: Computeranalyse von Antikörpersequenzen und -strukturen, Produktion rekombinanter Antikörper in E. coli und Säugerzellen, Reinigung, Biochemische und Immunologische Charakterisierung, in vitro Funktionstests, Selektion von neuen Antikörpern mittels Phagen-Display.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung Antikörper Engineering und zum Praktikum</li> <li>• Aktuelle Publikationen aus dem Bereich des Antikörper Engineering</li> <li>• Lehrbuch: Immunbiologie (Vollmar und Dingermann), Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 435901 Vorlesung Antikörper Engineering</li> <li>• 435902 Seminar Antikörper Engineering</li> </ul>		

- 435903 Laborübung Antikörper Engineering
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

**Vorlesung**

Präsenzzeit: 28 Stunden

Selbststudium: 56 Stunden

**Summe: 84 Stunden**

**Literatureseminar**

Präsenzzeit: 28 Stunden

Selbststudium: 28 Stunden

**Summe: 56 Stunden**

**Laborübung**

Präsenzzeit: 126 Stunden

Selbststudium: 94 Stunden

**Summe: 220 Stunden**

**SUMME: 360 Stunden**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 43591 Antikörper Engineering (PL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - 43592 Antikörper Engineering (USL), Sonstige, Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Powerpoint Präsentationen

---

20. Angeboten von:

Biomedical Engineering

---

**Modul: 43770 Systemtheorie in der Systembiologie (mit Rechnerpraktikum)**

2. Modulkürzel:	074740005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	12 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	12	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Nicole Radde		
9. Dozenten:	Ronny Feuer Nicole Radde Dozenten des Instituts		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Introduction to Systems Biology		
12. Lernziele:	<p>Nach Besuch des Moduls, können die Studenten fortgeschrittenen Verfahren zur mathematischen Modellierung und der Modellanalyse von biochemischen Reaktionsnetzwerken benennen und erklären. Sie können diese auf vorgegebene Systeme selbständig anwenden.</p> <p>Die Studenten können mit wichtigen Computerprogrammen zur Modellierung, Simulation und Modellanalyse umgehen und können diese selbständig auf gegebene Probleme anwenden, die gefundenen Lösungen bewerten, Fehler entdecken und korrigieren. Die Studierenden können Standardmethoden zum Einbringen quantitativer Daten in ein vorhandenes mathematisches Modell anwenden.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückführschleifen in biochemischen Netzwerken</li> <li>• Biologische Oszillatoren, Schalter und Rhythmen</li> <li>• Statistische Ansätze zur Parameter- und Strukturidentifikation</li> <li>• Modellreduktion</li> <li>• Boolesche und strukturelle Modellierung</li> <li>• Einführung in die verwendeten Programme (u.a. Matlab, Copasi)</li> <li>• Modellierung von verschiedenen biologisch relevanten Systemen mit verschiedenen Modellierungsansätzen</li> <li>• Parameteridentifikation</li> <li>• Modellanalyse</li> </ul>		
14. Literatur:	Materialien werden während der Vorlesung und des Praktikums bzw. während einer Vorbesprechung ausgegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 437701 Vorlesung Systems Theory in Systems Biology</li> <li>• 437702 Übung Systems Theory in Systems Biology</li> <li>• 437703 Seminar Systems Theory in Systems Biology</li> <li>• 437704 Praktikum Systems Theory in Systems Biology</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<b>Vorlesung mit Übung und Seminar,</b> Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden		

**Summe: 180 Stunden**

**Praktikum**

Präsenzzeit: 120 Stunden

Selbststudium: 60 Stunden

**Summe: 180 Stunden**

**SUMME: 360 Stunden**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 

- 43771 Systemtheorie in der Systembiologie (mit Rechnerpraktikum) (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
- 43772 Systemtheorie in der Systembiologie (mit Rechnerpraktikum) (USL), Sonstige, Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Vorlesung, Übung, Seminar, Rechnerpraktikum

---

20. Angeboten von: Systemdynamik

---

## Modul: 43910 Stochastische Prozesse und Modellierung

2. Modulkürzel:	074810310	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Nicole Radde		
9. Dozenten:	Nicole Radde Christian Ebenbauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Höhere Mathematik, Grundlagen der Statistik		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten erlernen die Grundlagen der stochastischen Modellierung sowie Methoden für Parameter- und Zustandsschätzung in stochastischen Prozessen.</p> <p>Die Studenten können folgende stochastische Modellierungsansätze benennen und deren Prinzip erklären: Poisson-Prozesse, zeit-diskrete und zeit-stetige Markovketten und deren Konvergenzverhalten, stochastische Differenzialgleichungen, insbesondere der Wiener Prozess und die Brown'sche Bewegung.</p> <p>Die Studenten können mit stochastischen Differenzialgleichungen rechnen und modellieren.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stochastische Prozesse (Poisson, Markov und Wiener Prozesse)</li> <li>• Stochastische Differenzialgleichungen</li> <li>• Zustandsschätzung</li> </ul>		
14. Literatur:	Gelman, Carlin, Stern, Rubin: Bayesian Data Analysis, CRC, 2004. Wilkinson: Stochastic Modeling for Systems Biology, CRC, 2006. Weiterführende Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 439101 Vorlesung Statistische Lernverfahren und stochastische Modellierung</li> <li>• 439102 Übung Statistische Lernverfahren und stochastische Modellierung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 h Vor- und Nachbearbeitungszeit: 98 h Prüfungsvorbereitung: 40h Gesamter Arbeitsaufwand: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43911 Stochastische Prozesse und Modellierung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafel, Overhead, Beamer		

20. Angeboten von:

Systems Theory in Systems Biology

---

## Modul: 43970 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I

2. Modulkürzel:	060101001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Thorsten Lutz		
9. Dozenten:	Thorsten Lutz Johannes Schneider Andreas Strohmayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Profilpolaren zu lesen und zu interpretieren und verstehen den Einfluss elementarer geometrischer Parameter auf die Profileigenschaften.</li> <li>• Sie kennen den Einfluss der Mach-Zahl auf die Umströmung und die aerodynamischen Eigenschaften von Profilen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Einfluss des Grundrisses auf die aerodynamische Leistung und das Abreißverhalten von subsonischen Tragflügeln und können Berechnungsprogramme zur Auslegung von Tragflügeln anwenden.</li> <li>• Die Studierenden kennen Rahmenbedingungen und Ablauf einer Flugzeugentwicklung.</li> <li>• Sie kennen die im Flugzeugvorentwurf gängigen Verfahren und können Eingangsparameter wie Massenaufteilung, Flächenlast und Schubbelastung abschätzen.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, eine Flugzeugkonfiguration mit ihren Hauptkomponenten auszulegen und den Entwurf zu bewerten.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<b>Flugzeugaerodynamik I:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reibungsfreie und reibungsbehaftete inkompressible Profilmströmung</li> <li>• Skelett-Theorie</li> <li>• Profilpolaren</li> <li>• Druck- und Neutralpunkt</li> <li>• Linearisierte Potentialgleichung</li> <li>• Ähnlichkeitsregeln für Unter- und Überschall</li> <li>• transsonische Profilmströmung</li> <li>• supersonische Profilmströmung</li> <li>• subsonische Tragflügelumströmung</li> <li>• Prandtl'sches Traglinienverfahren</li> <li>• Multhopp-Verfahren und Anwendungen</li> <li>• Einfluss des Grundrisses auf die Tragflügelaerodynamik</li> </ul>		

**Flugzeugentwurf I:**

- Technische und wirtschaftliche Voraussetzungen für eine Flugzeugentwicklung
- Entwurfsmethodik und Phasen im Entwurfsprozess
- Verfahren für den Vorentwurf
- Wahl der Flugzeugkonfiguration und Auslegung der Hauptkomponenten: Rumpf, Tragflügel, Leitwerk, Steuerflächen, Antriebs- und Fahrwerksintegration
- Entwurfsbewertung: Auftrieb und Widerstand, Massen und Schwerpunktlagen, Flugleistungen und Flugeigenschaften

---

14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Übungsgblätter Graphisch interaktives Programm "AERO Anderson, J.D.: Fundamentals of Aerodynamics Anderson, J.D.: Modern Compressible Flow Schlichting, Truckenbrodt: Aerodynamik des Flugzeuges Raymer, D.P.: Aircraft Design: A Conceptual Approach Roskam, J.: Airplane Design Stinton, D.: The Anatomy of the Aeroplane Stinton, D.: The Design of the Aeroplane Torenbeek, E.: Synthesis of Subsonic Airplane Design
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 439701 Vorlesung Flugzeugaerodynamik I</li> <li>• 439702 Übung Flugzeugaerodynamik I</li> <li>• 439704 Übung Flugzeugentwurf I</li> <li>• 439703 Vorlesung Flugzeugentwurf I</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Flugzeugaerodynamik I, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h)                  Flugzeugaerodynamik I, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h)                  Flugzeugentwurf I, Vorlesung+Übungen: 90h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)                  Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 110 h)</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	43971 Aerodynamik und Flugzeugentwurf I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Aerodynamik und Flugzeugentwurf II
19. Medienform:	PowerPoint, Tafelanschrieb, Programmanwendungen
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

---

## Modul: 44010 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt

2. Modulkürzel:	060110111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler		
9. Dozenten:	Manuel Keßler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die wesentlichen aeroakustischen Phänomene, die Entstehung und Ausbreitung von Schall sowie experimentelle und simulative Möglichkeiten zur Analyse und Reduktion von Lärm		
13. Inhalt:	Aeroakustische Phänomene Einführung in die Akustik Messtechnik Wellenakustik Ausbreitungsphänomene Aerodynamische Quellen Schallerzeugung und -abstahlung Simulationsverfahren		
14. Literatur:	Skript "Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 440101 Vorlesung mit Übungen Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44011 Aeroakustik der Luft- und Raumfahrt (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik		

## Modul: 44040 Analyse tropfendynamischer Prozesse

2. Modulkürzel:	060700402	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Norbert Roth		
9. Dozenten:	Roth, Norbert; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Prozesse mit Tropfen in den Alltag einordnen.</li> <li>• Die Studierenden können Tropfen und Prozesse mit Tropfen physikalisch beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können mit ausgewählten verschiedenen Beschreibungsmethoden (Analytik, Numerik, Experiment) umgehen.</li> <li>• Die Studierenden haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung bei ausgewählten tropfendynamischen Prozessen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Physik von Tropfen</li> <li>• Beschreibung von verschiedenen tropfendynamischen Prozessen</li> <li>• Experimente zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen</li> <li>• Numerisches Experiment zu ausgewähltem Prozess mit Tropfen</li> </ul>		
14. Literatur:	Weiterführende und vertiefende Literatur: <ul style="list-style-type: none"> <li>• P.-G. de Gennes et al.: Capillarity and Wetting Phenomena, Springer Verlag, 2004</li> <li>• A. Frohn und N. Roth: Dynamics of Droplets, Springer Verlag, 2000</li> <li>• Proceedings n-th ILASS</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 440401 Vorlesung Analyse tropfendynamischer Prozesse</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44041 Analyse tropfendynamischer Prozesse (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafel, Overhead-Projektor, Folienpräsentation, Labortermine Vorlesung im Sommersemester auf Deutsch Vorlesung im Wintersemester wahlweise auf Englisch		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44070 Analytische Methoden

2. Modulkürzel:	060700300	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand		
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems.</li> <li>• Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen.</li> <li>• Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss.</li> <li>• Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht.</li> <li>• Die Studierenden können partielle Differenzialgleichungen einteilen und wissen welche Lösungsmethoden für welche Gleichung möglich ist.</li> <li>• Die Studierenden können Separationsmethoden anwenden und können Eigenwertprobleme lösen.</li> <li>• Die Studierenden wissen wie man eine partielle DGL auf Ähnlichkeitslösungen hin überprüft und wie man diese dann bestimmt.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einheitensysteme, Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung</li> <li>• Buckingham (Pi) Theorem</li> <li>• Modelltheorie</li> <li>• Wahl des Basisgrößensystems</li> <li>• Ähnlichkeitslösungen</li> <li>• Einteilung von partiellen Differenzialgleichungen</li> <li>• Lösungsmethoden für lineare partielle Differenzialgleichungen (Separationsmethoden, Intergraltransformationen)</li> <li>• Allgemeine Eigenwertprobleme (Sturm-Liouville'sche Eigenwertprobleme)</li> <li>• Lösungsmethoden für nichtlineare partielle Differenzialgleichungen (Variablentransformation, Trennung der Variablen, Ähnlichkeitslösungen)</li> <li>• Störungsrechnung</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017</li> <li>• Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005</li> <li>• B. Weigand, Analytical Methods for Heat Transfer and Fluid Flow Problems, Springer-Verlag</li> </ul>		

- J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag
  - H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 440701 Vorlesung Dimensionsanalyse
- 440702 Seminar Dimensionsanalyse
- 440703 Vorlesung Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme
- 440704 Seminar Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)  
Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h)  
Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme,  
Vorlesung: 70 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 42 h)  
Analytische Lösungsmethoden für Wärme- und Stoffübertragungsprobleme,  
Seminar: 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h)  
Gesamt: 189 h (70 h Präsenzzeit, 119 h Selbststudium)

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 44071 Analytische Methoden (PL), Schriftlich, 180 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Vorlesungsaufschrieb, Projektor, Tafel

---

20. Angeboten von: Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

---

## Modul: 44110 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle

2. Modulkürzel:	060110153	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist		
9. Dozenten:	Peter Gerlinger Ulrich Rist		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studenten kennen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle</li> <li>• Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren</li> <li>• turbulente Mischung und Verbrennung</li> <li>• Fragen der Validierung und Implementierung</li> <li>• typische Anwendungsergebnisse</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• algebraische Modelle</li> <li>• Ein- und Zweigleichungsmodelle</li> <li>• Reynolds-Stress-Modelle</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion</li> <li>• Grobstruktursimulation</li> </ul>		
14. Literatur:	John L. Lumley, First Course of Turbulence Stephen B. Pope, Turbulent Flows David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 441101 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle</li> <li>• 441102 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44111 Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Präsentation & Folien		
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44220 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit

2. Modulkürzel:	060110122	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Markus Kloker		
9. Dozenten:	Markus Kloker		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Finite-Differenzen-Verfahren zu verstehen, anzuwenden und zu entwerfen, besonders unter dem Aspekt hoher Lösungsgenauigkeit und Stabilität (Voraussetzung für Direkte Numerische Simulation).		
13. Inhalt:	<p>Gewöhnliche Differentialgleichungen (G-DGLs) Revisited</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Optimierungsstrategien für hohe Genauigkeit: Low Dissipation/Dispersion</li> <li>• Diagrammkatalog I: Stabilitätsbereiche und Lösungseigenschaften von G-DGL-Lösern (Zeitintegrationsverfahren für P-DGLs)</li> <li>• Gleichungssysteme: Steifigkeit, inhärente Instabilität, direkte Verfahren</li> </ul> <p>Partielle Differentialgleichungen (P-DGLs)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrationsgebiete / Randbedingungen: sponge zones, lokale Hyper-/Parabolisierungsstrategie</li> <li>• Differenzieren: kompakte Finite Differenzen, Fourier-Spektralmethode; Parallelisierungsmöglichkeiten</li> <li>• Parabolische DGL: Viskoses Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen</li> <li>• Hyperbolische DGL: Konvektives Zeitschritt-Limit, Genauigkeitsoptimierung, Instabilitätsursachen</li> <li>• Philosophie der 4 Verfahrens-Grundtypen: Dämpfung, Upwind-Verfahren, McCormack-Typ-Verfahren, Filterung/De-Aliasing</li> <li>• Diagrammkatalog II: Eigenschaften ausgewählter FD-Zeitschrittverfahren hoher Genauigkeit für die Advektions-/Diffusionsgleichung</li> <li>• Gittertransformation: grundlegende Vorgehensweisen, Genauigkeitsanalysen</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Skript, weitere Lektüre:</p> <p>A robust high-resolution split-type compact FD-scheme for spatial direct numerical simulation of boundary-layer transition. M.J. Kloker, Applied Scientific Research 59 (4), 1998, pp. 353-377.</p> <p>Direct numerical simulation of noise-generation mechanisms in the mixing layer of a jet. A. Babucke, doctoral thesis, Dr. Hut, Munich, 2009.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442201 Vorlesung FD-Verfahren hoher Genauigkeit		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudiumszeit: 62 h)		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 44221 Differenzenverfahren hoher Genauigkeit (BSL), Mündlich, 25 Min., Gewichtung: 1  
Mündliche Prüfung 25 min. in deutsch oder englisch,  
Prüfungsdatum: nach Liste wählbar

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Tafel und Beamer, Aufschriebe/Skript in deutsch so weit

---

20. Angeboten von: Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

---

## Modul: 44240 Digitale Strömungsvisualisierung

2. Modulkürzel:	060110151	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist		
9. Dozenten:	Ulrich Rist		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p><b>Die Studierenden kennen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Visualisierungspipeline und deren Umsetzung in Softwarepaketen</li> <li>• die physiologischen und psychologischen Aspekte der Datenvisualisierung</li> <li>• die mathematischen und computergrafischen Grundlagen der Visualisierung</li> <li>• grundlegende und spezielle Darstellungstechniken</li> <li>• Techniken zur Daten- und zur Phänomenvisualisierung</li> <li>• Verfahren zur Visualisierung, Extraktion und Verfolgung von Strömungsfeldstrukturen</li> <li>• Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen ausgewählter Verfahren</li> <li>• den Stand der Forschung im Bereich Visualisierung</li> </ul> <p><b>Die Studierenden sind in der Lage</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Visualisierungsartefakte von Messfehlern oder Fehlern der Modellierung bzw. Simulation unterscheiden zu können</li> <li>• Strömungsdaten in sinnvolle und verständliche Darstellungen umzusetzen und die dabei durchgeführten Schritte und möglichen Fehlerquellen zu verstehen</li> </ul>		
13. Inhalt:	Die Vorlesung soll eine Einführung in die Visualisierung numerischer Strömungsfelder geben. Grundlage ist die Darstellung dreidimensionaler instationärer Daten, die entweder als Ergebnis numerischer Berechnungen oder als Messwerte diskret im Raum und in der Zeit vorliegen.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• F.H. Post, Th. v. Walsum: Fluid Flow Visualization, in: H. Hagen, H. Müller, G.M. Nielson (Eds.): Focus on Scientific Visualization, Springer Verlag, 1993</li> <li>• G.M. Nielson, H. Hagen, H. Müller: Scientific Visualization, Overviews, Methodologies, and Techniques, IEEE Computer Society, 1997</li> <li>• J. Stary: Visualisieren, ein Studien- und Praxisbuch, Cornelsen Scriptor, Berlin, 1997</li> <li>• Kopien der Folien (auch elektronisch)</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 442401 Vorlesung Digitale Strömungsvisualisierung</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44241 Digitale Strömungsvisualisierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

---

## Modul: 44260 Dimensionsanalyse

2. Modulkürzel:	060700302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand		
9. Dozenten:	Gomaa, Hassan; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Einheitensysteme.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Aussage des Pi-Theorems.</li> <li>• Die Studierenden können eine Dimensionsmatrix aufstellen und die dimensionslosen Gruppen bestimmen.</li> <li>• Die Studierenden wissen, wie man die Modelltheorie anwenden muss.</li> <li>• Die Studierenden wissen, was man unter einer Ähnlichkeitslösung versteht.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einheitensysteme</li> <li>• Dimensionsformel und Bridgeman-Gleichung</li> <li>• Buckingham (Pi) Theorem</li> <li>• Wahl des Basisgrößensystems</li> <li>• Modelltheorie</li> <li>• Ähnlichkeitslösungen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V. Simon, B. Weigand, H. Gomaa: Dimensional Analysis for Engineers, Springer, 2017</li> <li>• J.H. Spurk, Dimensionsanalyse in der Strömungslehre, Springer-Verlag</li> <li>• H. Görtler, Dimensionsanalyse, Springer-Verlag</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 442601 Vorlesung Dimensionsanalyse</li> <li>• 442602 Seminar Dimensionsanalyse</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Dimensionsanalyse, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h) Dimensionsanalyse, Seminar (freiwillig): 35 h (Präsenzzeit 14 h, Selbststudium 21 h) Gesamt: 84 h (28 h Präsenzzeit, 56 h Selbststudium)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44261 Dimensionsanalyse (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44270 Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120133	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p><b>Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:</b> Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf.</p> <p><b>Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:</b> Die Studierenden besitzen einen Überblick über die Discontinuous-Galerkin-Verfahren welche aktuell Thema der Forschung sind. Die Studierenden haben eine Vorstellung über die Eigenschaften, das Potential und die Anwendbarkeit dieser Verfahren. Sie sind zudem in der Lage je nach Anwendung die richtige Variante des DG Verfahrens zu wählen.</p>		
13. Inhalt:	<p><b>Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:</b> Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll.</p> <p><b>Konstruktion von Discontinuous-Galerkin-Verfahren:</b> Nötige mathematische Grundlagen wie etwa Interpolation und Projektion bilden die Grundlage der Vorlesung. Anhand eines 1D Problems wird das DG-Verfahren hergeleitet und die nötigen Bausteine erläutert. Ausgehend davon, wird das DG-Verfahren für mehrere Dimensionen hergeleitet und verschiedene Varianten konstruiert und diskutiert. Fokus liegt dabei auf Diskretisierungen mit Dreiecksgittern und Vierecksgittern, wobei auch die Approximation mit gekrümmten Elementen diskutiert wird. Die Umsetzung des Verfahrens in einem Rechenprogramm wird erläutert und den Studierenden zur Verfügung gestellt.</p>		
14. Literatur:	<p>Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 442701 Vorlesung Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren</li><li>• 442702 Vorlesung Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Konstruktion von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Programmierung von Discontinuous Galerkin Verfahren: 90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h) Gesamt: 180 h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44271 Discontinuous-Galerkin-Verfahren (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

---

## Modul: 44280 Effizient programmieren

2. Modulkürzel:	060110114	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Manuel Keßler		
9. Dozenten:	Manuel Keßler		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Programmiererfahrung mit größeren Codes, vorzugsweise in C/C++ und/oder Fortran		
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage, große Programmsysteme strukturiert und systematisch weiter zu entwickeln, wie es beispielsweise für eine Masterarbeit oder Promotion erforderlich sein könnte. Insbesondere steht dabei die effiziente Ausführung auf HPC-Systemen mit im Vordergrund.		
13. Inhalt:	Arbeitsumgebung, nützliche Tools in der automatischen Entwicklung Fehlersuche und Dokumentation Codemanagement Hardwarebesonderheiten Parallelisierung Wiederverwendung Objektorientierung und UML Python und C++ GPU-Programmierung		
14. Literatur:	Vortragsfolien "Effizient programmieren"		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 442801 Vorlesung Effizient programmieren		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180 h (Präsenzzeit 45 h, Selbststudium 45 h, Projekt und Präsentationsvorbereitung 90 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44281 Effizient programmieren (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 Benotetes Programmierprojekt mit Bericht (10-20 S.) und Vortrag (20 min.) mit Diskussion		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik		

## Modul: 44320 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie

2. Modulkürzel:	060120303	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:	Uwe Iben		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen, was Mehrphasenströmungen sind,</li> <li>• wissen, was Kavitation ist,</li> <li>• wissen, was Luftausgasung ist,</li> <li>• wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet,</li> <li>• verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind,</li> <li>• wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind,</li> <li>• wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet.</li> </ul> <p>Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität.</p>		
13. Inhalt:	<p>Grundlagen der Strömungsmechanik  Hydrostatik  Zugspannungen in Flüssigkeiten  Kräfte auf Wände  Fließverhalten  Strömungsformen  Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit  Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten  Zustandsänderungen  Grundgleichungen der Strömungsmechanik  Navier-Stokes-Gleichungen  Eindimensionale Erhaltungsgleichungen  Das p-System  Unstetige Querschnittsänderungen  Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes  Anwendung der Grundgleichungen  6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen  Zweiphasenströmungen  Modellierung von kavitierenden Strömungen  Barotrope Zweiphasenströmungen</p>		

Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung  
Inhomogene Zweiphasenströmungen  
Stoffübergang an der Phasengrenze  
Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten  
Numerische Auswertung  
Blasendynamik  
Luftgehalt in Flüssigkeiten  
Stossfronten im Zweiphasengebiet  
Koalizeszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit  
Fluid-Partikel-Strömungen  
Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle  
Eigenfrequenz hydraulischer Systeme

---

14. Literatur:	Powerpoint-Foliensatz der Vorlesung wird zur Verfügung gestellt, weiterhin wird ein Skript auf folgender Seite bereitgestellt: <a href="http://www.iag.unistuttgart.de/IAG/lehre/vorlesungen.html">http://www.iag.unistuttgart.de/IAG/lehre/vorlesungen.html</a> Bücher: Clift, Grace, Weber. Bubbles, Drops and Particles. Dover Frohn, Roth. Dynamics of Droplets. Springer.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 443201 Vorlesung Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44321 Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik

---

## Modul: 44510 Grundlagen der Turbulenzmodellierung

2. Modulkürzel:	060700192	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna		
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr. Spring, Sebastian; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen.</li> <li>• Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle).</li> <li>• die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS.</li> <li>• Anwendungsbeispiele mit CFD.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Turbulenz</li> <li>• Statistische Beschreibung der Turbulenz</li> <li>• Schließungsproblem</li> <li>• Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS</li> <li>• Klassische Turbulenzmodelle: Überblick</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Durbin, P. A.: Statistical Theory and Modeling for Turbulent Flows                      Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics                      David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 445101 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung</li> <li>• 445102 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 84 h                      (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)                      Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Seminar: 21 h                      (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 14 h)                      Gesamt: 105 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44511 Grundlagen der Turbulenzmodellierung (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint, CIP-Pool		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44580 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme

2. Modulkürzel:	060700253	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna		
9. Dozenten:	Gaisbauer, Uwe; Dr.-Ing. Lamanna, Grazia; Dr.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Thermodynamik		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen, wie sich Dichtestörungen in kompressiblen Medien ausbreiten</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen akustischen, charakteristischen und Stoß-Wellen</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen stationärer und instationärer Wellenausbreitung</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage Zustandsänderungen infolge instationärer Wellen zu berechnen</li> <li>• Die Studierenden erhalten Einblick in die Gasdynamik instationär bewegter Wellen</li> <li>• Die Studierenden lernen, wie ein Stoßrohr funktioniert und betrieben wird</li> <li>• Die Studierenden können das "Stoßrohr-Problem lösen"</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entstehung instationärer Wellen</li> <li>• Bestimmung der Zustandsgrößen</li> <li>• Instationäre Wellenausbreitung</li> <li>• Phänomene am Stoßrohr</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oertel, H.: Stoßrohre, Springer-Verlag, 1966.</li> <li>• Wright, J.K.: Shock Tubes, Methuen's Physical Monographs, 1961</li> <li>• Sauer, R.: Nichtstationäre Probleme der Gasdynamik, Springer-Verlag, 1966.</li> <li>• AHeroldnearu,t iDca.WI ., Schultz, D.L.: On the flow in a reflected-shock tunnel, Research Council (ARC) Reports and Memoranda, No. 3265, 1960.</li> <li>• Oswatitsch, K.: Gasdynamik, Springer-Verlag, 1952.</li> <li>• Zierep, J.: Vorlesung über theoretische Gasdynamik, Verlag G. Braun, Karlsruhe, 1962</li> <li>• Liepmann, H.W., Roshko, A.: Elements of Gasdynamics, John Wiley und Sons, Inc., New York, 1957.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 445801 Vorlesung Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44581 Instationäre Gasdynamik und Stoßrohrprobleme (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint		

Die Inhalte der Vorlesung werden zum Teil auf Deutsch und zum Teil auf Englisch vermittelt.

---

20. Angeboten von:

Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt

---

## Modul: 44640 Kompressible Strömungen I + II

2. Modulkürzel:	060110101	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer		
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer Dr. Grazia Lamanna		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Thermodynamik, Strömungsmechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die Grundlagen der kompressiblen Strömungen. Sie können eigenständig gasdynamische Grundlagenprobleme lösen und kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung. Sie lernen die abstrakten theoretischen Zusammenhänge in Anwendungsbeispiele zu integrieren.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thermodynamische Grundlagen</li> <li>- Stationäre, kompressible, thermische Strömungen</li> <li>- Verdichtungs- und Expansionsphänomene</li> <li>- Kompressible Strömungen mit Energiezufuhr</li> <li>- Beispiele an Düsen- und Turbineströmungen</li> </ul>		
14. Literatur:	Skript, Folien, Pflichtlektüre		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 446401 Vorlesung Kompressible Strömungen I</li> <li>• 446402 Vorlesung Kompressible Strömungen II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Kompressible Strömungen I+II, jede Vorlesung: 28h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h) Gesamt: 180h (Präsenzzeit 56h, Selbststudium 124h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44641 Kompressible Strömungen I + II (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich. 60 Min.		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44730 Leichtbau I

2. Modulkürzel:	060310103	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour		
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studenten wissen die wesentlichen Grundlagen des Leichtbaus, Leichtbaumethoden, Leichtbauwerkstoffe sowie moderne Werkstoffsysteme. Die Studierenden werden mit dem Entwurf und Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Festigkeit, Steifigkeit vertraut gemacht. Die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien werden dabei anhand realer Flugzeugstrukturen angewendet und praktiziert.		
13. Inhalt:	Kriterien der Leichtbaukonstruktionen, Leichtbaumethoden, Entwurfsphilosophien, Systematik und Gestaltung von Leichtbaukonstruktionen, Berechnungsmethoden, Gestaltleichtbau und geometrische Kenngrößen von Strukturkomponenten, Werkstoffleichtbau und moderne Werkstoffsysteme, Strukturelemente, Zuelemente, Biegeelemente.		
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J.: Leichtbau		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447301 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44731 Leichtbau I (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Flugzeugbau		

## Modul: 44750 Leichtbau II

2. Modulkürzel:	060310104	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Maged Sorour		
9. Dozenten:	Maged Sorour Peter Middendorf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Leichtbau, Werkstoffe und Fertigungsverfahren (060310101)		
12. Lernziele:	Erweiterung der Lerninhalte des Leichtbau I auf dem Bereich der Auslegung von Leichtbau-Strukturelementen. Die Studierenden sind mit dem Entwurf und der Auslegung einzelner Strukturelemente im Bereich der Stabilität und Überlagerungen der Belastungen vertraut. Die Studierenden kennen die wichtigsten strukturmechanischen Auslegungsmethoden und Theorien und werden diese anhand realer Flugzeugstrukturen anwenden.		
13. Inhalt:	Druckelemente, Stäbe und Profile, Blechfelder, Versteifte Platten und Blechfelder, Torsionselemente, reine Torsion, Wölbkrafttorsion, Schub- und Zugfelder, Schubstege, Schubwände, Schubfeld-, Zugfeldträger. Überlagerungen bei Festigkeit- und Stabilitätsproblemen, Krafteinleitung		
14. Literatur:	Skript zur Vorlesung Wiedemann, J: Leichtbau		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 447501 Vorlesung und begleitende Übungen Leichtbau II		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44751 Leichtbau II (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Flugzeugbau		

## Modul: 44820 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120114	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz Christian Rohde		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen wichtige mathematische Methoden zur Analyse der strömungsmechanischen Gleichungen. Sie verstehen den mathematischen Hintergrund von Erhaltungsgleichungen und die Konstruktionsprinzipien, welche auch den numerischen Verfahren zu Grunde liegen, die heute zur Simulation in der LRT eingesetzt werden. Sie können die gelernten mathematischen Methoden einsetzen zur Analyse von Erhaltungsgleichungen und zur Ableitung effizienter numerischer Approximationen.		
13. Inhalt:	Behandelt werden die Theorie von schwachen oder integralen Lösungen für Erhaltungsgleichungen. Die zentrale Rolle der Entropiebedingung wird dargestellt. Ein wichtiger Baustein für die Theorie, Numerik und selbst für das Experiment ist die Lösung des Riemannproblems. Aufbauend auf die Charakteristikentheorie wird die Lösung des Riemannproblems aufgezeigt. Die Übertragung der Theorie auf die Konstruktion von numerischen Verfahren, wie der Satz von Lax-Wendroff und die Konsistenz der numerischen Methoden in der Klasse der schwachen Lösungen wird beschrieben.		
14. Literatur:	A.J. Chorin, J.E. Marsden: A Mathematical Introduction to Fluid Mechanics, Springer-Verlag 1979 E. Godlewski, P.A. Raviart: Numerical Approximation of Hyperbolic Systems of Conservation Laws, Springer-Verlag 1996		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 448201 Vorlesung Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44821 Mathematische Methoden in der Strömungsmechanik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik		

## Modul: 44840 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation

2. Modulkürzel:	060120301	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:	Uwe Iben Jan Schlottke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Vorlesung 1: Ein- und Mehrphasenströmungen in deren Anwendung in der Industrie</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen, was Mehrphasenströmungen sind</li> <li>• wissen, was Kavitation ist</li> <li>• wissen, was Luftausgasung ist</li> <li>• wissen, wie man Modelle für Phasenübergang und Luftausgasung erstellt und anwendet</li> <li>• verstehen, warum Strömungsmechanik und Thermodynamik so eng miteinander verbunden sind</li> <li>• wissen, was Zustandsgleichungen für Flüssigkeiten sind</li> <li>• wissen, wie man für technische Fragestellungen, bei denen Mehrphasenströmungen zugrunde liegen, Lösungsansätze findet.</li> </ul> <p>Hierzu gibt es verschiedene Beispiele unterschiedlicher Komplexität.</p> <p>Vorlesung 2: Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder</li> <li>• beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber</li> <li>• wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus</li> <li>• analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Vorlesung 1: Ein- und Mehrphasenströmungen und deren Anwendungen in der Industrie</p> <p>Grundlagen der Strömungsmechanik</p> <p>Hydrostatik</p>		

Zugspannungen in Flüssigkeiten  
 Kräfte auf Wände  
 Fließverhalten  
 Strömungsformen  
 Kompressibilität, Schallgeschwindigkeit  
 Kompression und Expansion von kompressiblen Flüssigkeiten  
 Zustandsänderungen  
 Grundgleichungen der Strömungsmechanik  
 Navier-Stokes-Gleichungen  
 Eindimensionale Erhaltungsgleichungen  
 Das p-System  
 Unstetige Querschnittsänderungen  
 Numerische Berechnung des Verlustbeiwertes  
 Anwendung der Grundgleichungen  
 6 Beispiele aus verschiedenen industriellen Anwendungen  
 Zweiphasenströmungen  
 Modellierung von kavitierenden Strömungen  
 Barotrope Zweiphasenströmungen  
 Homogene Gleichgewichtszweiphasenströmung  
 Inhomogene Zweiphasenströmungen  
 Stoffübergang an der Phasengrenze  
 Verdampfen und Kondensieren von reinen Flüssigkeiten  
 Numerische Auswertung  
 Blasendynamik  
 Luftgehalt in Flüssigkeiten  
 Stossfronten im Zweiphasengebiet  
 Koalizeszenz von zwei Luftblasen in Flüssigkeit  
 Fluid-Partikel-Strömungen  
 Reibungsmodelle für 1D-Strömungsmodelle  
 Eigenfrequenz hydraulischer Systeme  
 Vorlesung 2: Numerische Modellierung von  
 Mehrphasenströmungen  
 Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und  
 Relevanz, Klassifizierung  
 Numerische Grundlagen für die Simulation von  
 Mehrphasenströmungen  
 Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen  
 Euler-Lagrange Verfahren

---

14. Literatur:

Vorlesung 1: Ein- und Mehrphasenströmungen und deren  
 Anwendung in der Industrie  
 Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt,  
 weiterhin wird ein Skript auf ILIAS bereitgestellt.  
 Bücher:  
 Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows,  
 2009  
 Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for  
 Multiphase Flow, 2007  
 Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations  
 of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011  
 Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999  
 Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

• 448401 Vorlesung Mehrphasenströmungen, Anwendungen und  
 Simulation

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

180h (Präsenzzeit 56 h, Selbststudium 124 h)

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 44841 Mehrphasenströmungen, Anwendungen und Simulation (PL),  
Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Numerische Methoden der Strömungsmechanik

---

## Modul: 44860 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen

2. Modulkürzel:	060500113	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanos Fasoulas		
9. Dozenten:	Stefanos Fasoulas Jens Wolfersdorf Georg Heinrich Herdrich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden kennen die gaskinetischen Gebiete und können diese anhand thermodynamischer Parameter unterscheiden. Sie kennen die mikroskopischen Definitionen von Zustandsgrößen und deren mathematische Darstellung, verstehen das unterschiedliche Stoffverhalten von idealen Gasen in den gaskinetischen Gebieten und können gaskinetische Effekte bei Anwendungen der Luft- und Raumfahrttechnik bewerten und den Gültigkeitsbereich von Kontinuumsverfahren einschätzen.</p> <p>Die Studierenden kennen die auftretenden aerothermodynamischen Phänomene während des Eintritts von Raumflugkörpern in eine Atmosphäre sowie deren physikalischen Ursprung. Sie kennen verschiedene Modelle für die numerische Simulation derartiger Phänomene und wissen über deren Gültigkeits- und Genauigkeitsbereich.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinetische Gastheorie: Aufgaben und Methoden, Verteilungsfunktion und makroskopische Zustandsgrößen, Beschreibung von Gasgemischen, molekulare Geschwindigkeitsverteilung, Stoßfrequenz, Transporteigenschaften in mäßig und stark verdünnten Gasen, Maxwellverteilung und ihre Eigenschaften, Darstellung der Maxwellverteilung und Mittelwerte der molekularen Geschwindigkeiten, Effusion, Mittelwert der Relativgeschwindigkeit, Berechnung der Stoßfrequenz, Anregung innerer Freiheitsgrade, Randbedingungen in verdünnten Gasen, Sprünge der Zustandsgrößen an Wänden, Wärmeleitung im stationären Fall, Hagen-Poiseuille-Strömung</li> <li>• Aerothermodynamik: Boltzmann-Gleichung - Ansätze zur Lösung insbesondere Chapman-Enskog, Ableitung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen, numerische Lösungsansätze insb. Direct Simulation Monte Carlo. Wiedereintrittstrajektorie, Gas- und Strömungsnatur, aerothermodynamische Phänomene und Effekte, Erhaltungsgleichungen, Hochtemperatureffekte (thermochemische Relaxationen, Mehr-Temperatur-Modelle, Quellterme der Speziesgleichungen, Reaktionsschema für Hochtemperatur-Luft, Gleichgewichtskonstanten), Transportkoeffizienten, Gas-Oberflächenwechselwirkung, Gasstrahlung</li> </ul>		
14. Literatur:	Umdrucke, Vorlesungsaufschrieb, Folien		

Arnold Frohn: Einführung in die Kinetische Gastheorie, 2. Aufl.  
Wittwer, 2006  
Dieter Hänel: Molekulare Gasdynamik, Springer, 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 448601 Vorlesung Kinetische Gastheorie
  - 448602 Seminar Kinetische Gastheorie
  - 448603 Vorlesung Aerothermodynamik
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Kinetische Gastheorie, Vorlesung: 84 h (Präsenzzeit: 28 h,  
Selbststudium: 56 h)  
Kinetische Gastheorie, Übungen: 21 h (Präsenzzeit: 7 h,  
Selbststudium: 14 h)  
Aerothermodynamik, Vorlesung: 90 h (Präsenzzeit: 28 h,  
Selbststudium: 62 h)  
Gesamt: 195 h (Präsenzzeit: 63 h, Selbststudium: 132 h)

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

44861 Modellierung von Wiedereintrittsströmungen (PL), Schriftlich,  
90 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Raumfahrtssysteme

---

## Modul: 44910 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen

2. Modulkürzel:	060120302	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand		
9. Dozenten:	Schlottke, Jan; Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre, Wärmeübertragung		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben Vorkommen und Relevanz von Mehrphasenströmungen in Wissenschaft und Technik wieder.</li> <li>• beschreiben die physikalischen Grundlagen von Mehrphasenströmungen und stellen verschiedene Formen von Mehrphasenströmungen gegenüber.</li> <li>• wählen anhand der zu betrachtenden Strömung das geeignete Simulationsverfahren und passende Modellansätze aus.</li> <li>• analysieren durch Simulation gewonnene Ergebnisse.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Mehrphasenströmungen, Vorkommen und Relevanz, Klassifizierung</li> <li>• Numerische Grundlagen für die Simulation von Mehrphasenströmungen</li> <li>• Euler-Euler Verfahren am Beispiel von Flüssig-Gas-Systemen</li> <li>• Euler-Lagrange Verfahren</li> <li>• Simulation von Strömungen mit freier Oberfläche, Verfahren mit Auflösung der Phasengrenzfläche (Volume of Fluid, Level-Set)</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Yeoh und Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009          Prosperetti und Tryggvason: Computational Methods for Multiphase Flow, 2007          Tryggvason, Scardovelli und Zaleski: Direct Numerical Simulations of Gas-Liquid Multiphase Flows, 2011          Drew und Passman: Theory of Multicomponent Fluids, 1999          Clift, Grace und Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 449101 Vorlesung Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44911 Numerische Modellierung von Mehrphasenströmungen (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Folienpräsentation, praktischer Teil		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 44940 Numerische Verbrennungssimulation

2. Modulkürzel:	060800101	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Peter Gerlinger		
9. Dozenten:	Peter Gerlinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studenten kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die theoretischen Grundlagen zur numerischen Simulation von Brennkammerströmungen (Verbrennung)</li> <li>Diffusionsprozesse in Flammen und deren Beschreibung</li> <li>Auswirkungen der physikalischen und chemische Vorgänge bei der Verbrennung auf deren numerische Simulation</li> <li>Schwierigkeiten (und deren Ursachen) bei Verbrennungssimulationen</li> <li>Methoden zur stabilen Simulation von Verbrennung</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Transportgleichungen zur Beschreibung von Verbrennungsprozessen</p> <p>Diffusiver Wärme- und Stofftransport</p> <p>Der chemische Produktionsterm in den Speziesgleichungen</p> <p>Diskretisierung und numerische Lösungsansätze</p> <p>Ursachen steifer Gleichungssysteme in der Verbrennung</p> <p>Stabilitätsanalyse</p> <p>Homogene Reaktionssysteme</p> <p>Numerische Verfahren für steife Gleichungssysteme</p> <p>Punkt-Implizite Lösungsansätze</p> <p>etc</p>		
14. Literatur:	<p>Skript zur Vorlesung</p> <p>P. Gerlinger, Numerische Verbrennungssimulation</p> <p>E. Oran, J.P. Boris, Numerical Simulation of Reactive Flows</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 449401 Vorlesung Numerische Verbrennungssimulation</li> <li>• 449402 Tutorium/Übung Numerische Verbrennungssimulation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Numerische Verbrennungssimulation, Vorlesung: 62 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 34 h)</p> <p>Numerische Verbrennungssimulation, Tutorium/Übungen: 28 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 21 h)</p> <p>Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	44941 Numerische Verbrennungssimulation (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verbrennungstechnik für Luft- und Raumfahrtantriebe		

## Modul: 45000 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren

2. Modulkürzel:	060120132	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden besitzen grundlegende Kenntnisse über DG-Verfahren und verschiedene Implementierungsstrategien. Sie besitzen Kenntnis über die einzelnen nötigen Bausteine und können diese implementieren. Zudem haben sie eine Vorstellung über den allgemeinen Programmablauf.		
13. Inhalt:	Es werden die wichtigsten Bausteine und Operatoren des DG-Verfahrens hergeleitet, implementiert und zur Verfügung gestellt. Besonderer Fokus liegt auf der Beurteilung der Effizienz verschiedener Varianten. Jeder Studierende erhält eine Programmieraufgabe im Kontext von DG-Verfahren welche mit einer beliebigen Programmiersprache umgesetzt werden soll.		
14. Literatur:	Ein Skript wird zur Verfügung gestellt. Ein dokumentierter Code wird zur Verfügung gestellt. "Nodal Discontinuous Galerkin Methods von Jan Hesthaven und Tim Warburton "Implementing Spectral Methods for Partial Differential Equations von David Kopriva Weitere Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 450001 Vorlesung Programmierung von Disontinuous Galerkin Verfahren		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45001 Programmierung von Discontinuous-Galerkin-Verfahren (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Numerische Methoden der Strömungsmechanik		

## Modul: 45210 Strömungsmesstechnik

2. Modulkürzel:	060110162	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Werner Wuerz		
9. Dozenten:	Uwe Gaisbauer Werner Wuerz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen die einschlägige Strömungsmesstechnik sowie die Messverfahren und die zugehörigen Versuchsanlagen. Sie sind in der Lage Messaufnehmer und Messsonden sowie digitale Datenerfassung einzusetzen		
13. Inhalt:	Grundlagen der Strömungsmesstechnik und zugehöriger Datenerfassung sowie digitaler Signalaufbereitung, Messverfahren im Hinblick auf Kraftmessungen, Druckmessungen, Temperaturmessungen, Schubspannungsmessung, Geschwindigkeits- und Richtungsmessungen, optische Strömungsmessverfahren, Aufbau und Funktionsweise von subsonischen Windkanälen und Versuchsanlagen, transsonischen, Überschall und Hyperschallwindkanälen		
14. Literatur:	Skript, W. Nitsche: Strömungsmesstechnik, Springer-Verlag Berlin (1994) ISBN 3-540-54467-4 J.B. Barlow, W.H. Rae, A. Pope: Low-Speed Wind Tunnel Testing Wiley Interscience New York (1999), ISBN 0-471-55774-9		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452101 Vorlesung Strömungsversuchs- und Messtechnik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45211 Strömungsmesstechnik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen		

## Modul: 45280 Thermodynamik der Gemische

2. Modulkürzel:	060700305	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand		
9. Dozenten:	Meier, Karsten; Univ.-Prof. Dr.-Ing.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Bedingungen für das thermodynamische Gleichgewicht formulieren.</li> <li>• Die Studierenden können Gemischeigenschaften mit Zustandsgleichungen und Modellen für die freie Exzessenthalpie berechnen.</li> <li>• Die Studierenden können Phasendiagramme interpretieren.</li> <li>• Die Studierenden können Phasengleichgewichte berechnen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedingungen für das thermodynamische Gleichgewicht</li> <li>• Chemisches Potenzial</li> <li>• Mischungsgrößen</li> <li>• Fugazitätskoeffizientenansatz</li> <li>• Zustandsgleichungen für Gemische</li> <li>• Aktivitätskoeffizientenansatz</li> <li>• GE-Modelle</li> <li>• Gibbs'sche Phasenregel, Phasendiagramme</li> <li>• Phasengleichgewichtsberechnung</li> </ul>		
14. Literatur:	H.D. Baehr, S. Kabelac: Thermodynamik, 15. Auflage, Springer, Berlin, 2012 J.P. O'Connell, J.M. Haile: Thermodynamics, Cambridge University Press, 2005		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 452801 Vorlesung Thermodynamik der Gemische		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	84 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 56 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45281 Thermodynamik der Gemische (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Projektor, Tafel, Präsentation, Blockveranstaltung		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 45320 Turbulenz

2. Modulkürzel:	060110152	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Ulrich Rist		
9. Dozenten:	Grazia Lamanna Sebastian Spring Peter Gerlinger Ulrich Rist		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studenten kennen:</p> <p>die theoretischen Grundlagen zur Beschreibung turbulenter Strömungen</p> <p>Modellierungsansätze (Wirbelviskositätsmodelle, Reynolds-Spannungsmodelle)</p> <p>die Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS</p> <p>Anwendungsbeispiele mit CFD</p> <p>ausgewählte Turbulenzmodelle und Transportgleichungsmodelle</p> <p>Large-Eddy Simulation und hybride Verfahren</p> <p>turbulente Mischung und Verbrennung</p> <p>Fragen der Validierung und Implementierung</p> <p>typische Anwendungsergebnisse</p>		
13. Inhalt:	<p>I.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Turbulenz</li> <li>• Statistische Beschreibung der Turbulenz</li> <li>• Schließungsproblem</li> <li>• Hierarchie RANS, URANS, DES, LES, DNS</li> <li>• Klassische Turbulenzmodelle: Überblick</li> </ul> <p>II.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• algebraische Modelle</li> <li>• Ein- und Zweigleichungsmodelle</li> <li>• Reynolds-Stress-Modelle</li> <li>• Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion</li> <li>• Grobstruktursimulation</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Skript zur Vorlesung</p> <p>Ferziger, Peric: Computational fluid dynamics</p> <p>David C. Wilcox: Turbulence Modeling for CFD</p> <p>John L. Lumley, First Course of Turbulence</p> <p>Stephen B. Pope, Turbulent Flows</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 453202 Tutorium Grundlagen der Turbulenzmodellierung
- 453203 Vorlesung Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
- 453204 Tutorium Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle
- 453201 Vorlesung Grundlagen der Turbulenzmodellierung

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Grundlagen der Turbulenzmodellierung, Vorlesung: 105 h  
(Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 70 h)  
Angewandte/ausgewählte Turbulenzmodelle, Vorlesung: 90 h  
(Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)  
Gesamt: 195 h (Präsenzzeit 70 h, Selbststudium 125 h)

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 45321 Turbulenz (PL), Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verbrennungstechnik der Luft- und Raumfahrt

---

## Modul: 45900 Lineare Kontrolltheorie

2. Modulkürzel:	080520803	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Carsten Scherer		
9. Dozenten:	Carsten Scherer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lineare Algebra 1-2 und Analysis 1-3 oder Höhere Mathematik 1-3		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten sollen in der Lage sein:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ein dynamisches System im Zustandsraum, im Frequenzbereich oder als Blockdiagramm zu beschreiben</li> <li>2. die Lösungsmenge eines Kontrollsystems zu charakterisieren</li> <li>3. ein System zu linearisieren und die Stabilität eines Gleichgewichtes zu untersuchen</li> <li>4. Regelbarkeit, Stabilisierbarkeit, Beobachtbarkeit und Entdeckbarkeit von Kontrollsystemen zu analysieren</li> <li>5. Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe, linear-quadratische Feedbackregler und Zustandsschätzer zu entwerfen</li> <li>6. das Separationsprinzip zu erläutern und anzuwenden</li> <li>7. Referenz- und Störungsmodelle zu entwerfen und das Prinzip des internen Modells anzuwenden</li> <li>8. eine minimale Realisierung eines dynamischen Systems zu berechnen und Modellreduktion anzuwenden</li> <li>9. Formfilter für stochastische Störungssignale zu bestimmen</li> <li>10. einen H2-optimalen Regler zu entwerfen</li> </ol>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsraumbeschreibung multivariabler linearer Systeme, Blockdiagramme</li> <li>• Linearisierung, Gleichgewichte, Lyapunovfunktionen, Lyapunovgleichung</li> <li>• Antwort linearer Systeme, Moden, Matrixexponentialfunktion und Variation-der-Konstanten</li> <li>• Übertragungsfunktionen und Realisationstheorie, Normalformen</li> <li>• Regelbarkeit, Stabilisierbarkeit, nicht steuerbare Eigenwerte und Polvorgabe</li> <li>• Linear-quadratische Optimierung, algebraische Riccatigleichung, Robustheit</li> <li>• Beobachtbarkeit, Entdeckbarkeit, nicht beobachtbare Eigenwerte, Zustandsschätzer</li> <li>• Rückkopplungsregler, Separationsprinzip</li> <li>• Referenz- und Störungsmodelle und das Internal Model Principle</li> <li>• Balancierte Realisierungen und Modellreduktion</li> <li>• Unterdrückung stochastischer Störungen und H2-optimale Regelung</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folien</li> </ul>		

- H.W. Knobloch, H. Kwakernaak, Lineare Kontrolltheorie, Springer-Verlag Berlin 1985
  - K.J. Astrom, R.M. Murray, Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, Princeton and Oxford, 2009
  - E.D. Sontag, Mathematical Control Theory, Springer, New York 1998
  - T. Kailath, Linear Systems, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1980
  - B. Friedland, Control System Design: An Introduction to State-space Methods, Dover Publications, 2005
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 459001 Vorlesung Lineare Kontrolltheorie
  - 459002 Gruppenübung zur Linearen Kontrolltheorie
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 63 Stunden  
Selbststudium: 207 Stunden  
Summe: 270 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 45901 Lineare Kontrolltheorie (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Sonstige
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Mathematische Systemtheorie

---

## Modul: 46310 Materialien für Implantate

2. Modulkürzel:	072200044	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Rainer Gadow		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 463101 Vorlesung Materialien für Implantate</li> <li>• 463102 Übung Materialien für Implantate</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46311 Materialien für Implantate (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Fertigungstechnologie keramischer Bauteile		

## Modul: 46510 Industrielle Aerodynamik

2. Modulkürzel:	060110102	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Uwe Gaisbauer		
9. Dozenten:	Dr. Uwe Gaisbauer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungsmechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben eine vertiefte Kenntnis über komplexe Strömungsphänomene aus unterschiedlichen Bereichen der technischen und industriellen Anwendung erlangt. Sie sind in der Lage, unterschiedliche technische Strömungsanwendungen aus dem Bereich der viskosen Innenströmungen bis hin zur Außenumströmung von Fahrzeugen zu analysieren und zu deuten.		
13. Inhalt:	-Rohrhydraulik -Schmiermittelströmung -Fahrzeugaerodynamik -Partikelströmung		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 465101 Vorlesung Industrielle Aerodynamik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28h, Selbststudium 62h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46511 Industrielle Aerodynamik (BSL), Schriftlich, 45 Min., Gewichtung: 1 schriftlich, 45 Min.		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen		

## Modul: 46550 Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik

2. Modulkürzel:	080300015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Iryna Rybak		
9. Dozenten:	Christian Rohde Iryna Rybak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der partiellen Differentialgleichungen.		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse der klassischen Modelle für Strömungen und Transportprozesse in porösen Medien und Mittelungsansätze,</li> <li>• Fähigkeit zur Entwicklung und Analyse numerischer Algorithmen für Problemstellungen in porösen Medien.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle für Strömungen und Transportprozesse in porösen Medien: Klassische Modelle und Modelle basierend auf Mittelungsansätzen,</li> <li>• Numerische Verfahren für Problemstellungen in porösen Medien: Finite Volumen, Finite Elemente, Diskontinuierliche Galerkin Verfahren, Gebietszerlegungsmethoden und Mehrskalmethoden,</li> <li>• Analysis numerischer Algorithmen für Problemstellungen in porösen Medien.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• U. Hornung, Homogenization and Porous Media, 1997.</li> <li>• B. Riviere, Discontinuous Galerkin Methods for Solving Elliptic and Parabolic Equations: Theory and Implementation, 2008.</li> <li>• R. Helmig, Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface, 1997.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 465501 Vorlesung Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik</li> <li>• 465502 Übung Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit : 62 Stunden Selbststudiumszeit: 118 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	46551 Poröse Medien: Modellierung, Analysis und Numerik (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Methoden für komplexe Simulationen der Naturwissenschaft und Technik		

## Modul: 46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900022	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Andrés Bruhn Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Modules covering mathematics, numerics, and stochastics from BSc Informatiker BSc Softwaretechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>• 10240 Numerische und Stochastische Grundlagen <i>or</i></li> <li>• 41590 Einführung in die Numerik und Stochastik für Softwaretechniker</li> </ul>		
12. Lernziele:	Students know the mathematical-theoretical foundations of visual computing and are able to apply them in the form of methods for computer graphics, visualization, image processing, and computer vision.		
13. Inhalt:	<p>This course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of affine and projective geometry, along with their use in computer graphics, especially in the rendering pipeline.</li> <li>• Differential calculus in 2D and 3D, with applications in image processing and visualization.</li> <li>• Integral calculus in 2D and 3D, with applications in visualization and rendering.</li> <li>• Ordinary differential equations, with examples from computer animation and flow visualization.</li> <li>• Partial differential equations for image processing.</li> <li>• Interpolation and approximation for geometry processing, visualization, and image processing.</li> <li>• Fourier analysis, Fourier transform, sampling theorem, and filtering, with examples from imaging.</li> <li>• Wavelet analysis, applied to image processing.</li> </ul> <p>Exercises deepen the understanding of the mathematical and theoretical foundations. Furthermore, they complement the lecture with hands-on practical applications and implementations. Practical exercises are partially with OpenGL and Matlab.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005</li> <li>• J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001</li> <li>• W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007</li> </ul>		

- S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004
- A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999
- J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008

Optional German literature:

- B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005
- H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005
- H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004
- H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006
- M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009
- J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing
<hr/>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
<hr/>	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>
<hr/>	
18. Grundlage für ... :	
<hr/>	
19. Medienform:	
<hr/>	
20. Angeboten von:	Visualisierung

---

## Modul: 47130 Modellierung und Simulation in der Biomechanik

2. Modulkürzel:	021021041	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Oliver Röhrle		
9. Dozenten:	Oliver Röhrle		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik 1, Biomechanik		
12. Lernziele:	Die Studierenden des Masterstudiengangs Medizintechnik haben nach erfolgreichem Besuch des Moduls "Modellierung und Simulation in der Biomechanik ein grundlegendes Verständnis und Kenntnisse der wichtigsten elektro-mechanischen Aspekte zur Modellierung von Weichgewebe, insbesondere zur Modellierung von Skelettmuskelgewebe. Sie beherrschen selbständig, sicher, kritisch und kreativ einfache Modelle zu identifizieren und zu entwickeln, die für Simulationen von Weichgeweben geeignet sind.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation und Einführung in die Problematik</li> <li>• Mehrskaligkeit von biologischen Geweben: Einordnung hierarchischer Zusammenhänge biologischer Mechanismen aufbauend von der kleinsten Skala (DNA), über die Zell-, Gewebe- und Organskala bis zum ganzen Organismus.</li> <li>• Struktur und Funktion von Skelettmuskeln: Grundlegendes Verständnis von Anatomie und Physiologie eines Sarkomers, einer Zelle, einer Muskelfaser, eines ganzen Muskels und dessen Rekrutierungseigenschaften</li> <li>• Modellierung von Elektrophysiologie: Modellierung von zellulären Vorgängen, Ausbreitung von Aktionspotentialen, Bidomain Gleichungen</li> <li>• Modellierung und Charakterisierung von Skelettmuskelgewebe: passives und aktives Muskelgewebe, kontinuumsmechanische Modellierungsansätze, Materialgesetze</li> </ul> <p>Numerische Methoden: Einführung einfacher numerischer Methoden zur Lösung von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen, insbesondere Zeitintegrationsmethoden, die Finite Element Methode und lineare Löser</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsmitschrieb</li> <li>• Vorlesungs- und Übungsunterlagen</li> <li>• Ethier, C., Simmons, C.: Introductory Biomechanics: From Cells to Organisms, Cambridge University Press, 2007</li> <li>• Holzapfel, G.: Nonlinear solid mechanics: a continuum approach for engineering, John Wiley und Sons Ltd., 2000</li> <li>• MacIntosh, B., Gardiner, P., McComas, A.: Skeletal muscle: form and function. Human Kinetics Publishers, 2006</li> </ul>		

- Schwarz, H.R., Köckler, N.: Numerische Mathematik. Vieweg + Teubner, 2006
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen: 

- 471301 Vorlesung Modellierung und Simulation in der Biomechanik
- 471302 Übung Modellierung und Simulation in der Biomechanik

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 44 Stunden  
Selbststudium: 136 Stunden  
Summe: 180 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 47131 Modellierung und Simulation in der Biomechanik (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Kontinuumsbiomechanik und Mechanobiologie

---

## Modul: 47160 Biomaterialien - Biokompatible Materialien

2. Modulkürzel:	041400054	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Günter Tovar		
9. Dozenten:	Günter Tovar Kirsten Borchers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Natur- und Ingenieurwissenschaften		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen was der Begriff "biokompatibel" bedeutet</li> <li>• kennen die Verfahren zur Herstellung von biokompatiblen Materialien (Metalle, Keramiken, Polymere und Verbundwerkstoffe), insbesondere für die Anwendungen als Implantate und können diese erläutern</li> <li>• kennen die physikalisch-chemischen Eigenschaften von biokompatiblen Materialien sowie ihre Analysemethoden und können diese beschreiben</li> <li>• wissen wie die Biokompatibilität untersucht werden kann</li> <li>• kennen die Mechanismen der Zell-Material-Interaktionen</li> <li>• kennen die Methoden zur Evaluierung der Biokompatibilität und können sie beschreiben</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Grundlagen zum Aufbau und Struktur von biokompatiblen Materialien            Grundlagen zur Herstellung und Verarbeitung von biokompatiblen Materialien            Mechanische, chemische und biologische Eigenschaften von biokompatiblen Materialien            Anwendung von biokompatiblen Materialien als Implantatmaterialien            Mechanismen der Zell-Material-Interaktionen und Biokompatibilität</p>		
14. Literatur:	Tovar, Günter, Kirsten Borchers, Biomaterialien - Biokompatible Materialien, Vorlesungsmanuskript.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 471601 Vorlesung Biomaterialien - Biokompatible Materialien		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 21 h Selbststudium 69 h Gesamt 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47161 Biomaterialien - Biokompatible Materialien (BSL), Schriftlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Grenzflächenverfahrenstechnik		

## Modul: 47180 Biomaterialien - Herstellung, Struktur und Eigenschaften

2. Modulkürzel:	041400057	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Günter Tovar		
9. Dozenten:	Franz Brümmer Günter Tovar Kirsten Borchers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Natur- und Ingenieurwissenschaften		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen die Theorie der Biomaterialien und deren Darstellung in technischen Prozessen kennen die physikalisch-chemischen Eigenschaften von Biomaterialien und ihre Analysemethoden wissen um Einsatz und Anwendungen der Biomaterialien		
13. Inhalt:	Aufbau und Struktur von Biomaterialien biologischen und synthetischen Ursprungs Herstellung und Verarbeitung von Biomaterialien biologischen und synthetischen Ursprungs - auch als Hybrid- und Verbundmaterialien Mechanische, chemische und biologische Eigenschaften von Biomaterialien Anwendung von Biomaterialien in medizintechnischen Produkten		
14. Literatur:	Günter Tovar, Kirsten Borchers, Alexander Southan, Franz Brümmer, Maxi Kanold, Biomaterialien - Herstellung, Charakterisierung und Anwendungen biokompatibler Materialien, Vorlesungsmanuskript.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 471801 Vorlesung Biomaterialien - Anwendungen und Technische Prozesse		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit 21 h Selbststudium 69 h Gesamt 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47181 Biomaterialien - Herstellung, Struktur und Eigenschaften (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Grenzflächenverfahrenstechnik		

## Modul: 47290 Neurale Systeme

2. Modulkürzel:	040100209	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Wolfgang Hauber		
9. Dozenten:	Wolfgang Peter Hauber Alexandra Münster		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden kennen komplexe neuronale Netzwerke zur Informationsverarbeitung von Sinneseindrücken zur Steuerung von Lernvorgängen und Verhaltensreaktionen der Regulation von Schlaf sowie hormonelle Regulationsmechanismen Die Studierenden kennen verschiedene hormonelle und pharmakologische Wirkungsprinzipien. Sie können Originalliteratur lesen und referieren und beherrschen grundlegende Prinzipien der Vortragstechnik.		
13. Inhalt:	Neurobiologie des Verhaltens Neuroanatomische Grundlagen Neuropharmakologie, Neuroendokrinologie Sensorische und motorische Systeme Gehirn und Verhalten Neuroprothesen Literaturseminar - Präsentation ausgewählter Themen		
14. Literatur:	Carlson: Physiology of Behavior Bear: Neurowissenschaften Purves: Neuroscience		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 472901 Vorlesung Neurobiologie</li> <li>• 472903 Seminar Neurale Systeme und Neuroprothesen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47291 Neurale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Neurobiologie		

## Modul: 47300 Biorobotik

2. Modulkürzel:	100312100	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Syn Schmitt		
9. Dozenten:	Syn Schmitt Daniel Häufle		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Schulkenntnisse in Mathematik und Physik der gymnasialen Oberstufe. Grundkenntnisse in Linearer Algebra und Analysis sind wünschenswert.		
12. Lernziele:	Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Befunde der Mechanik und Kontrolle des biologischen Bewegungssystems. Kenntnisse über herausragende Beispiele biorobotischer Anwendungen. Aneignung von Lösungsstrategien zur Bearbeitung konkreter Probleme in diesem Feld.		
13. Inhalt:	Mechanik - Biologische und technische Muskel-Skelett-Systeme - Biologischer und technischer Antrieb - Biologische und technische Fortbewegung Kontrolle - Biologische und technische Sensoren - Biologische und technische Ansteuerungskonzepte		
14. Literatur:	Vorlesungsmitschrieb, Übungsaufgaben, weiteres Begleitmaterial wird in Vorlesung und Übung bekanntgegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 473001 Vorlesung Biorobotik</li> <li>• 473002 Übung Biorobotik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung Präsenzstunden. 1,5h (2 SWS)*14 Wochen 21h Vor- und Nachbereitung: 1,5h/Präsenzstunde 30h Übungen Präsenzstunden. 1,5h (2 SWS)*14 Wochen 21h Vor- und Nachbereitung: 3h/Präsenzstunde 61h Prüfung inkl. Vorbereitung 47h Gesamt: 180h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47301 Biorobotik (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Modellierung und Simulation im Sport		

## Modul: 47320 Biomechanik der Zelle

2. Modulkürzel:	040100208	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Stephan Nußberger		
9. Dozenten:	Stephan Nußberger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• haben Kenntnis von den wesentlichen mechanisch relevanten Bausteinen zellulärer Systeme und deren Polymerisation und können deren Aufbau und Kenngrößen benennen.</li> <li>• haben Kenntnis von der molekularen Struktur und Funktion biologischer Membranen als semiflexible elastische Schalen.</li> <li>• sind in der Lage die Prinzipien der Selbstorganisation, Phasenumwandlungen und Dynamik biologischer Membranen zu beschreiben.</li> <li>• haben Kenntnis von den Grundlagen der Elastizität weicher Schalen</li> <li>• kennen die Methoden der Messung elastischer Konstanten von zellulären Filamenten, Filamentnetzwerken und Membranen.</li> <li>• kennen die Physik flexibler Makromoleküle und Filamente in der Zelle.</li> <li>• kennen die Grundprinzipien und Eigenschaften von zellulären Netzwerke und Gelen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>1) Aufbau, Struktur, Funktion und Mechanik biologischer Membranen</b> (Beispiele: Form einfacher Lipidsysteme, Form und mechanische Eigenschaften von Vesikeln und Erythrozyten)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermomechanische Prinzipien der Feinstruktur und Funktion biologischer Membranen (Prinzipien der Selbstorganisation, Phasenumwandlungen, selektive Lipid-Protein Wechselwirkung, Sortierung von Lipiden und Proteinen durch Längenadaptation)</li> <li>• Membranen als semiflexible elastische Schalen (Formenvielfalt, Elastizität, Stabilisierung durch Zytoskelett-Membran-Kopplung, Persistenzlänge semiflexibler Membranen)</li> </ul> <p><b>2) Aufbau, Struktur, Funktion und Mechanik zellulärer Filamente</b> (Beispiele: Struktur des Zytoskeletts, Aktin, Tubulin, Intermediär-Filamente, Pseudopodienbildung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polymerisation und Elastizität zellulärer Filamente</li> <li>• Elastizität zwei-dimensionaler Filamentnetzwerke</li> <li>• Elastizität drei-dimensionaler Filamentnetzwerke</li> </ul>		

14. Literatur:	- Lehrbuch der Biophysik (Erich Sackmann und Rudolf Merkl, Wiley-VCH, 2010) - Mechanics of the Cell (David Boal, Cambridge University Press, 2002) - Mechanics of Motor Proteins and the Cytoskeleton (Jonathon Howard, Sinauer Inc. Publishers, 2001)
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 473201 Vorlesung mit integrierter Übung Biomechanik der Zelle
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	- Präsenzzeit in Stunden: 29 - Selbststudiumszeit in Stunden: 61 SUMME: 90 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	47321 Biomechanik der Zelle (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Biophysik

---

## Modul: 48600 Robotics I

2. Modulkürzel:	051200999	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Marc Toussaint Duy Nguyen-Tuong		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire the basic methodologies to model, control and navigate robots, including trajectory planning, control of dynamic systems and object manipulation.		
13. Inhalt:	<p>The lecture will give an introduction to robotics, focusing on essential theoretical foundations of planning and controlling motion, state estimation and eventually object manipulation. Exercises in simulations and on a real robot are a core element of this lecture to gain practical experience.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• motivation and history</li> <li>• (inverse) kinematics</li> <li>• path finding and trajectory optimization</li> <li>• (non-)holonomic systems</li> <li>• mobile robots</li> <li>• sensor processing (vision, range sensors)</li> <li>• simulation of robots and environments</li> <li>• object grasping and manipulation</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> <li>• 486002 Exercise Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		

## Modul: 48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

2. Modulkürzel:	051200987	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Marc Toussaint		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a conceptual overview of the challenges and research in intelligent autonomous systems. The course will emphasize the necessity of combining theory with integrated systems, namely the theoretical and computational foundations modeling and solving decision and behavioral problems and the integration in real-world autonomous systems that integrate perception, action and (on-board) computation. The course reflects the conceptual structure of the Major in Autonomous Systems by addressing the methodological foundations of (i) Computational Intelligence and Learning, (ii) Perception and Action, and (iii) System Integration.		
13. Inhalt:	<p>This course discusses the challenges and research in intelligent autonomous systems. It introduces to the basic foundations in the relevant disciplines to enable a holistic view on autonomous systems. This is done using a coherent formalization for concepts which are usually introduced separately.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• motivation and history</li> <li>• challenges in autonomous systems</li> <li>• frameworks for modeling decision and behavioral problems</li> <li>• computational methods for solving such problems: planning, decision making</li> <li>• system integration</li> <li>• classical Artificial Intelligence and modern probabilistic AI</li> <li>• perception and image processing</li> <li>• learning from data (basic regression and classification)</li> <li>• learning applied in autonomous systems (Reinforcement Learning, adaptive control, system identification)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486401 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems</li> <li>• 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name: 48641 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min.,  
Gewichtung: 1  
Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 48660 Funktionalanalysis 2

2. Modulkürzel:	080210003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Wolf-Patrick Düll		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Analysis 1-3, Funktionalanalysis		
12. Lernziele:	Kenntnis und Umgang mit den Strukturen unendlichdimensionaler Räume. Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Analysis, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsthemen dienen.		
13. Inhalt:	Regularitätstheorie, Spektraltheorie, Operatorentheorie		
14. Literatur:	H. W. Alt: Lineare Funktionalanalysis, Eine anwendungsorientierte Einführung, Springer, D. Werner: Funktionalanalysis, Springer, weitere Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486602 Übung Funktionalanalysis 2</li> <li>• 486601 Vorlesung Funktionalanalysis 2</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit : 63 h Selbststudiumszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h Gesamt: 270h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 48661 Funktionalanalysis 2 (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Analysis und Modellierung		

## Modul: 48840 Stochastic and Statistical Topics in Modeling and Simulation

2. Modulkürzel:	021421002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nowak		
9. Dozenten:	Wolfgang Nowak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagenkenntnisse in Statistik und Mathematik		
12. Lernziele:	Die Studierenden oder Promovierenden können Unsicherheiten in Daten, Modellen und Simulationsergebnissen berechnen, einschätzen und bewerten, können die Konsequenzen einschätzen und handhaben, und können Unsicherheiten und Risiken kommunizieren.		
13. Inhalt:	In dieser Seminarreihe sollen Studierende und Promovierende sich selbst einen Überblick über fortgeschrittene Themen aus den folgenden Bereichen aneignen und in Form von Referaten vortragen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multivariate Statistik, Bayes'sche Statistik, fortgeschrittene Geostatistik, Unsicherheitsquantifizierung (stochastisch-numerische Methoden),</li> <li>• Modellunsicherheit, Modellbewertung und Validierung, Visualisierung und Kommunikation von Unsicherheiten,</li> <li>• Homogenisierungs- und Mittelungsmethoden, Mehrskalmethoden in heterogenen unsicheren Systemen,</li> <li>• Risikoanalyse und robuste Optimierung unter Unsicherheit, Optimales Monitoring zur Reduktion von Unsicherheiten</li> <li>• Nutzwerttheorie, Entscheidungstheorie, Informationstheorie</li> </ul> Die Themenbereiche werden Semesterweise gegliedert und wiederholen sich alle 2 Jahre. Die Teilnehmer können entweder Übersichtsvorträge gestalten, über entsprechende Key Papers referieren, oder (für Promovierende) exemplarische Probleme aus ihren Projekten vortragen.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 488401 Seminar Stochastic and Statistical Topics in Modeling and Simulation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz: 28 h Selbststudium: 62 h Gesamt: 90 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48841 Stochastic and Statistical Topics in Modeling and Simulation (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Die Teilnehmer bereiten und tragen Präsentationen vor (ca. 30-45 Minuten), durchsetzt von offener Diskussion.

---

20. Angeboten von: Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---

## Modul: 49010 Einführung in die Biomechanik biologischer Bewegung

2. Modulkürzel:	100300901	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Syn Schmitt		
9. Dozenten:	Syn Schmitt Daniel Häufle		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Erwerb eines gründlichen Verständnisses der fundamentalen Befunde der Mechanik und Kontrolle des biologischen Bewegungssystems. Kenntnisse über herausragende Beispiele biomechanischer Anwendungen. Aneignung von Lösungsstrategien zur Bearbeitung konkreter Probleme in diesem Feld.		
13. Inhalt:	Das Modul gibt eine Einführung in die Bewegungswissenschaft aus einer naturwissenschaftlichen Perspektive. Es werden bedeutende Phänomene biologischer Bewegung vermittelt. Es werden die Grundlagen in folgenden Bereichen vermittelt: Muskelmechanik und -thermodynamik, Mechanik der Fortbewegung, Skalierung in der Biologie, Überblick über die Methoden der Bewegungswissenschaft, Biomechanik menschlicher Höchstleistung		
14. Literatur:	Vorlesungsmitschrieb, weiteres Begleitmaterial wird in Vorlesung und Übung bekanntgegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 490101 Vorlesung Biomechanik menschlicher Bewegung</li> <li>• 490102 Übung Biomechanik menschlicher Bewegung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p><b>Vorlesung</b> Präsenzstunden. 1,5h (2 SWS)*14 Wochen 21h Vor- und Nachbereitung: 1,5h/Präsenzstunde 30h</p> <p><b>Seminar</b> Präsenzstunden. 1,5h (2 SWS)*14 Wochen 21h Vor- und Nachbereitung: 3h/Präsenzstunde 61h Prüfung inkl. Vorbereitung 47h</p> <p><b>Gesamt: 180h</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49011 Einführung in die Biomechanik biologischer Bewegung (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Modellierung und Simulation im Sport		

## Modul: 49640 Finite Elemente II (Diskretisierung II)

2. Modulkürzel:	060600123	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Michael Reck		
9. Dozenten:	Michael Reck		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studenten lernen, für beliebige statische Kontinuumsprobleme Finite Elemente herzuleiten. Sie sind durch das Verständnis der Theorie der Finiten Elemente in der Lage, die Eigenschaften und die Güte der Finite-Elemente-Approximation auch ohne Rechnung abzuschätzen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variationsrechnung</li> <li>• Verfahren von Ritz, Trefftz und Galerkin</li> <li>• Ansatzfunktionen</li> <li>• Berechnung des linearen Gleichungssystems der FE: Steifigkeit und konsistente Lasten</li> <li>• Assemblierung der Elementmatrizen</li> <li>• Isoparametrische Transformation</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Berechnung abgeleiteter Größen</li> <li>• Eigenschaften von FE-Approximationen</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Skript zur Vorlesung Ergänzende Vortragsfolien Zusätzliche Übungen</p> <p>J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 1, Grundlagen, Matrixmethoden, elastisches Kontinuum, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2003</p> <p>J. Betten, Finite Elemente für Ingenieure 2, Variationsrechnung, Energiemethoden, Näherungslösungen, Nichtlinearitäten, numerische Integration, Springer Verlag Berlin, zweite Auflage, 2004</p> <p>K. J. Bathe, Finite-Element-Methoden, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, zweite Auflage, 2002</p> <p>O. C. Zienkiewicz, The Finite Element Method, McGraw-Hill, Book Company. (Deutsche Übersetzung als Hanser Fachbuch), Third edition, 1977</p> <p>K. Knothe, H. Wessels, Finite-Elemente, Eine Einführung für Ingenieure, Springer Verlag, Heidelberg, vierte Auflage, 2008</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 496401 Vorlesung Finite Elemente II (Diskretisierung II)		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	49641 Finite Elemente II (Diskretisierung II) (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		

---

18. Grundlage für ... : Finite Elemente III (Diskretisierung III) Nichtlineare Finite Elemente

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrtkonstruktionen

---

## Modul: 50090 Environmental Fluid Mechanics I

2. Modulkürzel:	021420012	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	Holger Class Jürgen Braun Sergey Oladyshkin		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eil2013, 3. Semester → Electives M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technical Mechanics <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> Higher Mathematics <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partial differential equations</li> <li>• Vector analysis</li> <li>• Numerical integration</li> </ul> Fundamentals of Flow Mechanics <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:	The lecture deals with flow in natural hydrosystems with particular emphasis on groundwater / seepage flow and on flow in surface water / open channels. Groundwater hydraulics includes flow in confined, semi-confined and unconfined groundwater aquifers, wells, pumping tests and other hydraulic investigation methods for exploring groundwater aquifers. In addition, questions concerning regional groundwater management (z.B. recharge, unsaturated zone, saltwater intrusion) are discussed. Using the example of groundwater flow, fundamentals of CFD (Computational Fluid Dynamics) are explained, particularly the numerical discretisation techniques finite volume und finite difference. The hydraulics of surface water deals with shallow water equations / Saint Venant equations, unstationary channel flow, turbulence und		

layered systems. Calculation methods such as the methods of characteristics are explained. The contents are:

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

---

14. Literatur:	Lecture notes: Hydromechanics, Helmig and Class Lecture notes: Ausbreitungs- und Transportvorgänge in Strömungen, Cirkpa 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 Exercise Environmental Fluid Mechanics I
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 50091 Environmental Fluid Mechanics I (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich
18. Grundlage für ... :	Environmental Fluid Mechanics II
19. Medienform:	Fundamentals will be developed using the blackboard and presentation tools.
20. Angeboten von:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---

## Modul: 50140 Modeling of Hydrosystems

2. Modulkürzel:	021420011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Bernd Flemisch Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester → Wahlmodule</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> <li>• Physical background</li> <li>• Stabiiti criteria of the methods (Peclet number)</li> </ul> <p>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:</p>		

- 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>• 501403 Lecture and Excercise Modeling of Hydrosystems 2, Applications</li> <li>• 501401 Lecture and Excercise Modeling of Hydrosystems 1, Fundamentals</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Sum: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50141 Modeling of Hydrosystems (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
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:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

## Modul: 50150 Stochastic Modeling and Geostatistics

2. Modulkürzel:	021430003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Jochen Seidel		
9. Dozenten:	Andras Bardossy		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Recommended background knowledge: Basic knowledge of statistics</p> <p>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.</p> <p>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), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Hydrologie und Geohydrologie

---

## Modul: 50170 Environmental Fluid Mechanics II

2. Modulkürzel:	021420013	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:	Wolfgang Nowak Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Recommended background knowledge: Mechanics of incompressible and compressible fluids, fundamentals of numerical methods in fluid mechanics, fundamentals of exchange and transport processes in technical and natural systems (e.g. groundwater and surface water, pipelines). Contents of Environmental Fluid Mechanics I</p>		
12. Lernziele:	<p>Students have the necessary grasp of hydrodynamic, physical and chemical processes and systems to be able to answer environmentally relevant questions concerning water and air quality in natural and technical systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The lecture deals with the heat and mass budget of natural and technical systems. This includes transport processes in lakes, rivers and groundwater, heat and mass transfer processes between compartments as well as between various phases (sorption, dissolution), conversion of matter in aquatic systems and the quantitative description of these processes. In addition to classical single fluid phase systems, multiphase flow and transport processes in porous media will be considered. On the basis of a comparison of single- and multiphase flow systems, the various model concepts will be discussed and assessed.</p> <p>In the accompanying exercises, example problems present applications, extend the lecture material and help prepare for the exam. Computer exercises improve the grasp of the problems and give insight into the practical application of what has been learned.</p>		
14. Literatur:	<p>Lecture notes: Fluidmechanics II, Helmig Helmig, R.: Multiphase Flow and Transport Processes in the Subsurface. Springer, 1997</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<p>• 501701 Lecture and Exercise Environmental Fluid Mechanics II</p>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Sum: 180h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 50171 Environmental Fluid Mechanics II (PL), Schriftlich, 120 Min.,  
Gewichtung: 1

---

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: Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---

## Modul: 50270 Modellreduktion in der Mechanik

2. Modulkürzel:	072810024	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Peter Eberhard		
9. Dozenten:	Jörg Christoph Fehr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	basics in applied mechanics and mathematics, numerics		
12. Lernziele:	The students know about the different technologies available for model reduction of mechanical systems.  They are able to select the appropriate solution technique according to the given framework.  They have the competence for the first implementation of model reduction algorithms		
13. Inhalt:	The course teaches the basics of model reduction of mechanical systems with the following syllabus: - basic concept and description forms of dynamical system - mathematical foundations of model reduction - modal reduction techniques - SVD-based reduction techniques - Krylov-based reduction techniques - numerical analysis - error analysis - nonlinear model reduction techniques		
14. Literatur:	lecture notes lecture materials of the ITM additional literature: A. Antoulas: "Approximation of Large-Scale Dynamical Systems", SIAM, Philadelphia, 2005. W. Schilders, H. van der Vorst: "Model Order Reduction ", Springer, Berlin, 2008.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 Stunden Selbststudium: 62 Stunden Summe: 90 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50271 Modellreduktion in der Mechanik (BSL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 schriftlich 40 min oder mündlich 20 min		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Technische Mechanik

---

## Modul: 50280 Multiphase Modeling in Porous Media

2. Modulkürzel:	021420014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr.-Ing. Holger Class		
9. Dozenten:	Holger Class Rainer Helmig		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eil2013, 3. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Wahlmodule</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> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermal remediation techniques</li> <li>• CO<sub>2</sub> storage in geological formations</li> <li>• Water / oxygen transport in gas diffusion layers of fuel cells</li> <li>• Freshwater / saltwater interaction</li> </ul>		

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 Excercise 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), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
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:	Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

## Modul: 50400 Robust Control

2. Modulkürzel:	080520805	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Carsten Scherer		
9. Dozenten:	Carsten Scherer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung: Lineare Kontrolltheorie		
12. Lernziele:	The students are able to mathematically describe uncertainties in dynamical systems and to analyze stability and performance of uncertain systems. The students are familiar with different modern robust controller design methods for uncertain systems and can apply their knowledge to a specified project.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selected mathematical background for robust control</li> <li>• Introduction to uncertainty descriptions (unstructured uncertainties, structured uncertainties and uncertainties, ...)</li> <li>• The generalized plant framework</li> <li>• Robust stability and performance analysis of uncertain dynamical systems</li> <li>• Structured singular value theory</li> <li>• Theory of optimal H-infinity controller design</li> <li>• Application of modern controller design methods (H-infinity control and mu-synthesis) to concrete examples</li> <li>• Algebraic approach to robust control</li> <li>• Youla parameterization</li> <li>• Structured controller synthesis</li> </ul>		
14. Literatur:	wird in der Vorlesung bekannt gegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 504001 Vorlesung Robust Control</li> <li>• 504002 Übung Robust Control</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 63 h Selbststudiumszeit / Nacharbeitszeit: 207 h Summe: 270 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	50401 Robust Control (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Systemtheorie		

## Modul: 51540 Implementierung Finiter Elemente

2. Modulkürzel:	080803884	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Claus-Justus Heine		
9. Dozenten:	Claus-Justus Heine		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives		
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 Toolboxen Praktische Umsetzung von Finite-Elemente</li> <li>• Methoden am Computer Validierung der Implementierung anhand der theoretischen</li> <li>• Vorhersagen Darstellung 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. und 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:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 515401 Vorlesung und Übung Implementierung Finiter Elemente</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 118h Projektvorstellung mit Vorbereitung: 20h		

**Gesamt: 180h**

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51541 Implementierung Finiter Elemente (BSL), Schriftlich,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Angewandte Mathematik/Numerik für Höchstleistungsrechner

---

## Modul: 51630 Umweltaerodynamik

2. Modulkürzel:	0601101171	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Bernd Peters		
9. Dozenten:	Bernd Peters		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Strömungslehre		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten sind vertraut mit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• der Entstehung der atmosphärischen Luftströmung</li> <li>• der statistischen Beschreibung der atmosphärischen Grenzschicht</li> <li>• der Strömungstopologie um komplexe Strukturen (Brücken, Gebäude, etc.) in turbulenter Anströmung</li> <li>• der Ermittlung statischer und dynamischer Windlasten an Bauwerken</li> </ul> <p>Anhand dieser Kenntnisse können die Studierenden :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unerwünschte Strömungsphänomene in der Gebäudeaerodynamik, wie z.B. winderregte Schwingungen an Baustrukturen, detektieren</li> <li>• beurteilen, wo an Gebäuden oder stumpfen Körpern die maximalen Windlasten auftreten und wie groß diese in etwa ausfallen</li> <li>• Lösungsvorschläge zur Minimierung von Windlasten oder Verhinderung unerwünschter Strömungseffekte unterbreiten</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundbegriffe der Meteorologie</li> <li>• statistische Beschreibung der Turbulenz</li> <li>• Begriff der Korrelation</li> <li>• Umströmung von starren und elastischen Bauwerken und -strukturen mit abgelöster Strömung</li> <li>• Schadstoffausbreitung in der Atmosphäre durch turbulente Dispersion</li> <li>• Einführung in experimentelle Simulation und Messverfahren</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sockel, H.: Aerodynamik der Bauwerke, 1984</li> <li>• Ruscheweyh, H.: Dynamische Windwirkung an Bauwerken, 1982</li> <li>• Simiu, E.: Wind Effects on Structures, 1996</li> <li>• Holmes, J.: Wind Loading of Structures, 2007</li> <li>• Etling, D.: Theoretische Meteorologie, 2008</li> <li>• Blackadar, A.: Turbulence and Diffusion in the Atmosphere, 1997</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 28, Selbststudium 62 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51631 Umweltaerodynamik (BSL), Mündlich, 20 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Tafelanschrieb, Overhead-Projektor, PowerPoint
20. Angeboten von:	Aerodynamik von Luft- und Raumfahrzeugen

---

## Modul: 51850 Networked Control Systems

2. Modulkürzel:	074810330	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Mathias Bürger Daniel Zelazo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Einführung in die Regelungstechnik. Konzepte der Regelungstechnik.		
12. Lernziele:	The students know a formalism and a set of tools for the analysis and synthesis of networked dynamical systems, based on rigorous mathematical principles. They are able to analyze and construct networked dynamical systems in a systematic way. Furthermore, they can understand, evaluate, and present scientific literature.		
13. Inhalt:	Algebraic Graph Theory, Systems and Control Theory, Network Equilibrium and Optimization Problems, Consensus and Synchronization Problems. Applications: Robotic Networks, Traffic Networks, Data Networks, and Power Networks.		
14. Literatur:	M. Mesbahi and M. Egerstedt: Graph Theoretic Methods in Multiagent Systems, Princeton University Press.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 518501 Vorlesung und Übung Networked Control Systems		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	51851 Networked Control Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik		

## Modul: 51940 Systems Theory in Systems Biology

2. Modulkürzel:	074710015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Ronny Feuer		
9. Dozenten:	Ronny Feuer Nicole Radde		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	English: Prerequisites for the module are a basic knowledge in the area of mathematical modeling, simulation and systems analysis, as well as basic theoretical knowledge in the area of molecular biology. Deutsch: Vorausgesetzt werden Grundlagen in der mathematischen Modellierung, Simulation und Systemanalyse, sowie theoretische Grundkenntnisse aus der Molekularbiologie.		
12. Lernziele:	<p>English: After participating in the module, the students are able to</p> <p>name and explain advanced methods for the mathematical modeling and the</p> <p>model analysis of biochemical reaction networks. They are able to apply</p> <p>these methods to predefined systems.</p> <p>Deutsch: Nach Besuch des</p> <p>Moduls, können die Studenten fortgeschrittenen Verfahren zur</p> <p>mathematischen Modellierung und der Modellanalyse von</p> <p>biochemischen</p> <p>Reaktionsnetzwerken benennen und erklären. Sie können diese auf</p> <p>vorgegebene Systeme selbständig anwenden.</p>		
13. Inhalt:	The students learn about the following topics * Feedback in biochemical (regulatory) networks * Biological oscillators, switches, and rhythm * Statistical approaches for parameter and structure identification * Model reduction * Boolean and structural modeling		
14. Literatur:	Skript auf ILIAS und weiterführende Literatur		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 519401 Vorlesung Systems Theory in Systems Biology</li> <li>• 519402 Übung Systems Theory in Systems Biology</li> <li>• 519403 Seminar Systems Theory in Systems Biology</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56h Selbststudium: 124 h Summe: 180 Stunden		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51941 Systems Theory in Systems Biology (PL), Mündlich, 40 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Systemtheorie und Regelungstechnik

---

## Modul: 55600 Advanced Information Management

2. Modulkürzel:	051200099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	PD Dr. Holger Schwarz		
9. Dozenten:	Holger Schwarz Bernhard Mitschang		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse zu Grundlagen der Datenbanken und Informationssysteme beispielsweise aus der Vorlesung "Modellierung" werden vorausgesetzt.		
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen aktuelle Konzepte zur Modellierung, Entwicklung, Verwaltung und Betrieb datenbankorientierter Anwendungen. Hierzu gehören Technologien und Standards zur XML-Verarbeitung und deren Integration in Datenbanksysteme sowie Konzepte und Systeme für Content Management und Datenmanagement in der Cloud.		
13. Inhalt:	<p>In dieser Veranstaltung werden insbesondere folgende Themen besprochen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• XML und Datenbanktechnologie (XML-Modellierung, XML-Speicherung, XML-Anfragesprachen, XML-Verarbeitung)</li> <li>• NoSQL Datenmanagement (Key value stores, MapReduce, triple stores, document stores, graph stores)</li> <li>• Content Management (Enterprise Content Management, Information Retrieval, Suchtechnologien)</li> </ul>		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> <li>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min.</li> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> <li>• Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		

## Modul: 55630 Information Visualization and Visual Analytics

2. Modulkürzel:	051900099	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Koch		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic Human Computer Interaction		
12. Lernziele:	Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of information visualization and visual analytics. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.		
13. Inhalt:	Topics covered in this course: - Perception and Cognition - Graphs and Networks - Hierarchies and Trees - Multi-dimensional and high-dimensional data visualization - Time series visualization - Visual Analytics - Software Visualization - Geospatial visualization		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colin Ware. Visual Thinking for Design</li> <li>• Colin Ware. Information Visualization. Perception for Design</li> <li>• Edward Tufte. The Visual Display of Quantitative Information</li> <li>• Robert Spence. Design for Interaction</li> <li>• Jim Thomas. Illuminating the Path</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556301 Vorlesung und Übung Informationsvisualisierung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Erfolgreiche Übungsteilnahmen / exercises passed</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Video projector, blackboard, exercises using PCs		
20. Angeboten von:	Visualisierung		

## Modul: 55640 Correspondence Problems in Computer Vision

2. Modulkürzel:	051900211	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andrés Bruhn		
9. Dozenten:	Andrés Bruhn		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>• Modul 10170 Imaging Science - Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basisverfahren: Block Matching, Detektion von Verdeckungen, Merkmalsfindung, Feature Matching</li> <li>• Optischer Fluss: Lokale und Globale differentiale Verfahren, Parametrisierungsmodelle, Konstanzannahmen, Daten- und Glattheitsterme, Numerik, Große Verschiebungen, Hochgenaue Verfahren</li> <li>• Stereorekonstruktion: Projektive Geometrie, Epipolargeometrie, Schätzung der Fundementalmatrix</li> <li>• Szenenfluss: Gemeinsame Schätzung von Struktur, Bewegung und Geometrie</li> <li>• Medizinische Bildregistrierung: Mutual Information, Elastische und krümmungsbasierte Regularisierung, Landmarks</li> <li>• Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisierung, Inkompressibler Navier Stokes Prior</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.</li> <li>• J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003.</li> <li>• A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision</li> <li>• 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [55641] Correspondence Problems in Computer Vision (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Intelligente Systeme

---

## Modul: 55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers

2. Modulkürzel:	051900033	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze		
9. Dozenten:	Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of human computer interaction		
12. Lernziele:	Broad understanding for methods and concepts of multimodal interactions of personal computers, in particular for mobile systems, vehicles, tedious devices and environments.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaction with mobile phones</li> <li>• User interfaces for vehicles</li> <li>• Interaction with intelligent environments</li> <li>• Interactive interfaces and gestures</li> <li>• Tangible user interfaces</li> <li>• Speech input and output</li> <li>• Camera-based interaction</li> <li>• Physiological sensors as interfaces between human and computer</li> <li>• Activities, context and emotions as input</li> <li>• Methods and techniques for designing user interfaces</li> <li>• Approaches for evaluating user interfaces</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556501 Lecture Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers</li> <li>• 556502 Exercise Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55651 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Soziokognitive Systeme		

## Modul: 55730 Statistik und Optimierung für Simulationswissenschaften

2. Modulkürzel:	021421001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nowak		
9. Dozenten:	Wolfgang Nowak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	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.		
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> <p>Inhalte im Bereich Simulation: lineare Fehlerfortpflanzung, Monte-Carlo-Simulation, konditionelle Verteilungen und Bayes Theorem, Modellkalibrierung und Parameterschätzung, Visualisierung von Unsicherheit.</p>		
14. Literatur:	Vorlesungsskript und Tafelaufschrieb, außerdem: E. Cramer und U. Kamps, 2008: Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik. Springer Verlag, Berlin. F. Jarre und J. Stoer. 2003: Optimierung. Springer Verlag, Berlin.		
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		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Stochastische Simulation und Sicherheitsforschung für  
Hydrosysteme

---

## Modul: 55880 Continuum Mechanics

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eil2013, 3. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 1. Semester → Wahlmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students are able to apply continuum-mechanical methods to the description of solid mechanical problems.		
13. Inhalt:	<p>Continuum-mechanical knowledge is the fundamental basis for the computation of deformation processes of solid materials. Based on the methods of tensor calculus, the lecture offers the following content:</p> <p>Vector and Tensor Algebra: symbols, spaces, products, specific tensors and definitions</p> <p>Vector and Tensor Analysis: functions of scalar-, vector- and tensor-valued variables, integral theorem (e. g., after Gauss or Stokes)</p> <p>Foundations of Continuum Mechanics: kinematics and deformation, forces and stress concepts: Cauchy's lemma and theorem, Cauchy, Kirchhoff and Piola-Kirchhoff stress tensors</p> <p>Fundamental Balance Laws: master balance, axiomatic balance relations of mechanics (mass balance, momentum and angular momentum balances)</p> <p>Related Balance Laws and Concepts: balance of mechanical energy, stress power and the concept of conjugate variables, d'Alembert's principle and the principle of virtual work</p> <p>Numerical Aspects of Continuum Mechanics: strong and weak formulation of the boundary-value problem</p> <p>The Closure Problem of Mechanics: finite elasticity of solid mechanics (as an example), linearization of the field equations</p>		
14. Literatur:	<p>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>		

M. E. Gurtin [1981], An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press.  
P. Haupt [2002], Continuum Mechanics and Theory of Materials, 2.nd Edition, Springer.  
G. H. Holzapfel [2000], Nonlinear Solid Mechanics, John Wiley und Sons.  
L. E. Malvern [1969], Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall.

---

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:	Time of Attendance: ca. 52 h Private Study: ca. 128 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55881 Continuum Mechanics (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Mechanik II

---

## Modul: 55900 Computational Mechanics of Materials

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Christian Miehe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 1. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>The students have a working knowledge of the behavior and modeling of</p> <p>elastic and inelastic materials in the one dimensional context. The</p> <p>students are further capable of performing numerical implementations</p> <p>of the classical material models of elasticity and inelasticity in the</p> <p>framework of the finite element method by using chanonical algorithmic</p> <p>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</p> <p>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> <p>schemes, incremental variational formulations, consistent elastic-plastic tangent moduli), viscoplasticity (classical approaches</p>		

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), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Mechanik I

---

## Modul: 55910 Introduction to Scientific Programming

2. Modulkürzel:	Commas	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Bernreuther		
9. Dozenten:	Martin Bernreuther		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eii2013, 3. Semester → Electives</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 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 Equation System Interpolation Numerical Differentiation Numerical Integration In the exercise meetings the students have the possibility to ask questions to the material presented in the lecture and to program under supervision.</p>		
14. Literatur:	Lecture Slides		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<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:	<p>Time of Attendance: 31 h Private Study: ca. 59 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55911 Introduction to Scientific Programming (BSL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Energie-, Verfahrens- und Biotechnik

---

## Modul: 55920 Computational Mechanics of Structures

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Manfred Bischoff		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 1. Semester          → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester          → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 1. Semester          → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 1. Semester          → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester          → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester          → Zusatzmodule</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>The students know the fundamental theories and models in linear structural mechanics, in particular trusses, beams, plates and solids. They understand the basic concepts, algorithms and mathematical elements of the finite element method within the context of elasticity problems. In view of practical application of computational methods in structural mechanics the students are aware of their character as an approximation method and their convergence properties. They are able to critically check and interpret numerical results. The students have the theoretical background for the skilful modelling of structures with finite elements and other computational methods. They have learned the fundamentals for advanced courses on structural mechanics and finite elements.</p>		
13. Inhalt:	<p>The module combines fundamental topics of structural mechanics and finite element theory in their respective context.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• direct stiffness method</li> <li>• isoparametric concept</li> <li>• variational formulation of finite elements, mixed variational principles, shape functions, approximation spaces and mathematical convergence requirements</li> <li>• finite elements for trusses, beams, plates and solids</li> <li>• locking, reduced integration, mixed and hybrid finite element methods</li> <li>• modelling in structural mechanic, mathematical model and numerical model (discretization)</li> <li>• interpretation of numerical results</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>lecture notes „Computational Mechanics of Structures“, Institut für Baustatik und Baudynamik</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559201 Vorlesung Computational Mechanics of Structures</li> </ul>		

- 559202 Übung Computational Mechanics of Structures
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 55921 Computational Mechanics of Structures (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- Prerequisite: 3 approved, not graded assignments
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Baustatik und Baudynamik

---

## Modul: 55930 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Maren Paul		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eil2013, 3. Semester → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 2. Semester → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 2. Semester → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 2. Semester → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 559302 Seminar on Mathematical Modelling 3 LP</li> <li>• 559301 Vorlesung on Mathematical Modelling 3 LP</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	55931 Seminar in Mathematical Modelling (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stuttgarter Zentrum für Simulationswissenschaften		

## Modul: 55940 Seminar on Mathematical Modelling

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Maren Paul		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, 2. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972EiI2013, 3. Semester → Electives</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Zusatzmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, 3. Semester → Wahlmodule</p> <p>M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, 3. Semester → Wahlmodule</p>		
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), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stuttgarter Zentrum für Simulationswissenschaften		

## Modul: 56070 Simulation Methods in Physics for SimTech III

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Holm		
9. Dozenten:	Christian Holm Maria Fyta Jens Smiatek		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Contents of the Modules "Simulation Methods in Physics for SimTech I and " Simulation Methods in Physics for SimTech II		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thorough understanding of some advanced methods for the simulation of physical phenomena of classical or quantum-mechanical systems</li> <li>• Competence to autonomously use the simulation software ESPResSo</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p><b>Block course ESPResSo Summer School (Winter Term, one week in October)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HHomepage (WS 2016/2017): <a href="https://www.cecam.org/workshop-0-1282.html">https://www.cecam.org/workshop-0-1282.html</a></li> <li>• Additional Course Advanced Simulation Methods (2 SWS in Winter or Summer Term)</li> </ul> <p><b>The contents depend on the actual course. Possible contents:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulations on GPUParallelization strategies for many-particle simulationsEfficient methods for long-range interactionsRare event samplingHybrid MD/MC methodsEvent-driven simulations</li> <li>• Smooth Particle Dynamics</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frenkel, Smit, "Understanding Molecular Simulations", Academic Press, San Diego, 2002.</li> <li>• Allen, Tildesley, "Computer Simulation of Liquids. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, 1987.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 560702 Lecture/Seminar Advanced Simulation Methods</li> <li>• 560701 Block course ESPResSo Tutorial</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Block Course ESPResSo Summer School: 36h Attendance, 54h Home work</li> <li>• Additional Course Advanced Simulation Methods: depends on the actual course, typical: 28h Attendance, 62h Home work</li> </ul> <p>Total: 180h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 56071 Simulation Methods in Physics for SimTech III (BSL),  
Mündlich, 40 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Computerphysik

---

## Modul: 56160 Advanced Simulation Methods

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Ph.D. Christian Holm		
9. Dozenten:	Christian Holm Maria Fyta Jens Smiatek		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamental Knowledge of theoretical and experimental physics, in particular Thermodynamics and Statistical Physics.</li> <li>• Unix basics</li> <li>• Basic Programming skills in C and Python</li> <li>• Basics of Numerical Mathematics</li> <li>• Fundamental Knowledge of different Simulation Methods, in particular Molecular Dynamics and Monte-Carlo</li> </ul>		
12. Lernziele:	The aim is to obtain a deepened understanding of advanced numerical methods for simulating classical many-particle systems in soft matter research. Afterward, the participants shall be able to autonomously apply and implement these methods and to use simulation software. Fundamental knowledge of a field of application of simulational methods. The lab course also supports media- and methodological skills.		
13. Inhalt:	<p><b>Block course Particle-based Simulations for Hard and Soft Matter (Winter Term, one week in October)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage (WS 2016/2017): <a href="https://www.cecam.org/workshop-0-1282.html">https://www.cecam.org/workshop-0-1282.html</a></li> <li>• Learning how to apply the simulation software ESPReso and its algorithms and methods.</li> </ul> <p><b>Simulation Methods in Practice (2 SWS Lab Course in Summer Term)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homepage (SS 2016): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2017">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Simulation_Methods_in_Practice_SS_2017</a></li> <li>• The course can already be attended to during the BSc studies in parallel to the lecture Simulation Methods in Physics 2.</li> <li>• Application and Implementation of advanced methods for many-particle simulations</li> <li>• Methods for electrostatic and magnetostatic interactions (P3M, dipolar P3M, FMM, MMM*D, ...)</li> <li>• Methods for hydrodynamic interactions (Lattice-Boltzmann, DPD, ...)</li> <li>• Applying various simulation software</li> </ul> <p><b>Additional Course Advanced Simulation Methods (2 SWS in Winter or Summer Term)</b></p> <p>Homepage of the lecture (SS 2016): <a href="http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced_Simulation_Methods_SS_2017">http://www.icp.uni-stuttgart.de/~icp/Advanced_Simulation_Methods_SS_2017</a></p> <p>The contents depend on the actual course. Possible contents:</p>		

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Simulations on GPU</li><li>• Parallelization strategies for many-particle simulations</li><li>• Efficient methods for long-range interactions</li><li>• Rare event sampling</li><li>• Hybrid MD/MC methods</li><li>• Event-driven simulations</li><li>• Smooth Particle Dynamics</li></ul>
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Frenkel, Smit, "Understanding Molecular Simulations", Academic Press, San Diego, 2002.</li><li>• Allen, Tildesley, "Computer Simulation of Liquids. Oxford Science Publications, Clarendon Press, Oxford, 1987.</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 561601 Praktikum Simulation Methods in Praticce</li><li>• 561603 Vorlesung/Seminar Advanced Simulation Methods</li><li>• 561602 Tutorial Blockkurs</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Block Course ESPResSo Summer School: 36h Attendance, 54h Home work Lab Course Simulation Methods in Practice: 28h Attendance, 70h Doing the excercises Additional Course Advanced Simulation Methods: depends on the actual course, typical: 28h Attendance, 54h Home work Total: 270h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 56161 Advanced Simulation Methods (PL), Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Computerphysik

---

## Modul: 56390 Computer Science Selection VI: Concepts of Programming Languages, Operating Systems

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Ruben Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Some exposure to and initial experience in programming from any source is highly advisable to be able to understand and correlate the contents of this course. The course is not a programming course, it is assumed that some introductory programming course has been successfully passed as part of a Bachelor program.		
12. Lernziele:	<p>Part A: Students will have acquired an understanding of the major concepts that underlie prevalent programming languages of today. They are enabled to build their understanding of a new language on these concepts rather than on unreliable case experience. They will know about the security and safety issues of these constructs as well as some of the performance issues relating to the use of certain concepts. Students are thus enabled to make informed technical decisions about when and when not to apply particular concepts or paradigms.</p> <p>Part B: This module enables the student to understand the concepts and principles of modern operating systems. The accompanying exercises enable the student to apply the methods in practical application cases.</p>		
13. Inhalt:	<p>Part A: The course presents concepts shared by many of the most-used programming languages today and illustrates these concepts in the syntax of several languages, notably Java, C++, and Ada. Among others the following concepts are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rich type models type enforcement systems</li> <li>• stack and heap regimes for memory management</li> <li>• exception handling</li> <li>• abstraction, encapsulation, composition</li> <li>• various binding concepts, e.g, name and type binding</li> <li>• core concepts of object-oriented programming</li> </ul> <p>The course contents and level may be adjusted annually in accordance with the average pre-existing qualifications of the students.</p> <p>Part B:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• System structures and organization,</li> <li>• Process Management and Interprocess communication,</li> <li>• Process Scheduling,</li> </ul> </p>		

- Synchronization and Deadlocks,
  - Virtual and Physical Memory Management,
  - Security and Protection
- 

14. Literatur:

Part A:

- Sebesta, Robert, Concepts of Programming Languages, Pearson (2010)
- language reference manuals international standards where in existence
- qualified introductory text books to programming in the respective programming languages (students' choice)

Part B:

- Stallings: Operating Systems Prentice Hall International (2004)
  - Silberschatz, Galvin, Gagne: Operating System Concepts Wiley und Sons (2005)
  - Tanenbaum: Modern Operating Systems. Prentice Hall International (2005)
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 563901 Vorlesung A Concepts of Programming Languages
  - 563902 Übung A Concepts of Programming Languages
  - 563903 Vorlesung B Operating Systems
  - 563904 Übung B Operating Systems
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

56391 Computer Science Selection VI: Concepts of Programming Languages, Operating Systems (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1  
[56391] Computer Science Selection VI: Concepts of Programming Languages, Operating Systems (PL), schriftliche Prüfung, 120 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Softwaretechnologie

---

## Modul: 56670 Discretization Methods

2. Modulkürzel:	074040610	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Andre Schmidt		
9. Dozenten:	Andre Schmidt		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc degree in Civil Engineering, in Mechanical Engineering, in Environmental Engineering or in related subject, as well as knowledge of basic concepts in differential and integral calculus, vector analysis and matrix algebra, and knowledge of basic concepts in applied mechanics and thermodynamics.		
12. Lernziele:	The students understand different concepts how partial differential equations in time and in space can be solved numerically. They are familiar with the strengths and weaknesses of the different methods and have a deeper understanding of selected aspects.		
13. Inhalt:	The lecture deals with the numerical treatment of differential equations which arise from different mechanical and thermodynamical problems. Contents are: Deduction of differential equations based on the principles of mechanics and thermodynamics and their classification The Finite Difference Method The method of weighted residuals: method of subdomains, collocation method, least squares, and Galerkin's method The Finite Element Method Different time integration schemes Convergence and stability		
14. Literatur:	Complete lecture notes, notes on blackboard, exercise material will be handed out in the exercise, all the examples in the lecture notes and exercises will be provided online as Matlab-Files, additional literature will be indicated in the lecture notes.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 566701 Vorlesung Discretization Methods</li> <li>• 566702 Übung Discretization Methods</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 21h Private Study: 69h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 56671 Discretization Methods (BSL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Sonstige Teilnahme an einer Übung</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Angewandte und Experimentelle Mechanik

---

## Modul: 56790 Parallele Numerik

2. Modulkürzel:	051240080	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Miriam Mehl		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Dirk Pflüger Stefan Zimmer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
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:	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.		
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> <li>• A User's Guide to MPI (Pacheco)</li> <li>• Iterative Methods for Sparse Linear Systems (Saad)</li> <li>• Loesung linearer Gleichungssysteme auf Parallelrechnern (Frommer)</li> <li>• M. Griebel, S. Knapek, G. Zumbusch, and A. Caglar. Numerische Simulation in der Molekulardynamik. Springer, 2004.</li> </ul>		

- 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:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

56791 Parallele Numerik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Simulation großer Systeme

---

## Modul: 56960 Stochastische Prozesse II

2. Modulkürzel:	080600014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Ingo Steinwart		
9. Dozenten:	Jürgen Dippon Uta Renata Freiberg Ingo Steinwart Andrea Barth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse		
12. Lernziele:	Vertiefte Kenntnisse in Theorie und Anwendung stochastischer Prozesse  Vertiefte Kenntnisse zur Modellierung zeitabhängiger zufälliger Vorgänge  Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Stochastik, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsfragen dienen.		
13. Inhalt:	Vertiefte Betrachtungen des Wienerprozesses Ito-Integral Levy-Prozesse Stationäre Prozesse Spezielle Klassen und Beispiele stochastischer Prozesse weiterführende Themen		
14. Literatur:	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben, u.a.: Achim Klenke, Wahrscheinlichkeitstheorie, Springer 2008		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 569601 Vorlesung Stochastische Prozesse II</li> <li>• 569602 Übung Stochastische Prozesse II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit Vorlesung: 42h Präsenzzeit Übung: 21h Selbststudium 187h Prüfungsvorbereitung 20h Gesamt 270h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 56961 Stochastische Prozesse II (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich, 90 Min.</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastik		

## Modul: 57050 Compilerbau

2. Modulkürzel:	051010201	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse aus den Einführungsvorlesungen des Informatikgrundstudiums, sowie einige Erfahrungen mit Programmierung. Vorkenntnisse über formale Sprachen sind vorteilhaft, aber nicht zwingend.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die Grundkenntnisse erlangt, die zur effizienten Verwendung von Lexer- und Parser-Generatoren zur Analyse von Eingabetexten nötig sind. Sie verstehen die grundlegende Funktionsweise mehrerer Parse-Verfahren und kennen deren grammatikalischen Einschränkungen. Sie kennen elementare Verfahren semantischer Analysen und sind in der Lage, einfache semantische Prüfungen zu verfassen. Sie haben gelernt, die Fehlermeldungen aus Parser-Generatoren, Compilern oder Interpretern richtig einzuordnen. Ferner haben sie durch Betrachtung der Implementierungsmodelle typischer Programmiersprachenkonstrukte Verständnis für das Ausführungsverhalten erlangt. Sie kennen elementare Begriffe der Codegenerierung und die Eigenschaften von typischen Zwischencodedarstellungen in Compilern.		
13. Inhalt:	Compilerarchitekturen im Überblick, lexikalische und syntaktische Analyse von Texten mit formaler Grammatik, insb. von Programmiersprachen. Lexikalische Analyse: endliche Automaten und ihre Implementierung, Syntaxanalyse: diverse Parser- Strategien, ihre Implementierung und Eigenschaften. Methoden der automatischen Generierung von Analysatoren aus Spezifikationen der Grammatiken. Fehlererkennung und -behandlung. Analyse der statischen Semantik: Grundbegriffe und elementare Methoden. Attributgrammatiken. Zwischencodeerzeugung. Realisierung einiger Aspekte der Laufzeitsemantik prozeduraler Programmiersprachen. Einfache Codegenerierung.		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A. V. Aho, M.S. Lam, R. Sethi, J. D. Ullman: Compilers - Principles, Techniques, and Tools, Addison Wesley Verlag (2007)</li> <li>• Niklaus Wirth: Compilerbau: Eine Einführung, Teubner Verlag (1986)</li> <li>• Wilhelm, Maurer: Übersetzerbau, 2. Auflage, Springer Verlag (1997)</li> <li>• Andrew W. Appel: Modern Compiler Implementation In Java, Cambridge University Press (2002)</li> <li>• Uwe Kastens: Übersetzerbau, Oldenbourg Verlag (1990)</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 570501 Vorlesung Compilerbau</li><li>• 570502 Übung Compilerbau</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57051 Compilerbau (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 57051] Compilerbau (PL), schriftliche Prüfung, 90 Min., Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	Programmanalysen und Compilerbau
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Programmiersprachen und Übersetzerbau

## Modul: 57240 Seminar zur Stochastischen Analysis

2. Modulkürzel:	080806883	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Jürgen Dippon		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 572401 Seminar zur Stochastischen Analysis		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57241 Seminar zur Stochastischen Analysis (LBP), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastik		

## Modul: 57250 Stochastische Modellierung

2. Modulkürzel:	80300016	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Andrea Barth		
9. Dozenten:	Andrea Barth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse in Partiellen Differentialgleichungen und Wahrscheinlichkeitstheorie/Stochastischer Analysis		
12. Lernziele:	Existenz- und Lösungstheorie unendlich-dimensionaler stochastischer Gleichungen und deren numerische Diskretisierung		
13. Inhalt:	Die Vorlesung bietet einen ersten Einblick in die Lösungstheorie von stochastischen partiellen Differentialgleichungen. Im Gegensatz zu deterministischen partiellen Differentialgleichungen ist die Lösung einer stochastischen partiellen Differentialgleichung nicht mehr, in jeden Zeit- und Ortspunkt, durch einen Wert (oder Vektor), sondern durch eine Zufallsvariable gegeben. Somit stellen diese Gleichungen, in gewisser Weise, eine Verallgemeinerung von partiellen Differentialgleichungen dar. Nach einer Einführung in Zufallsfelder und unendlich-dimensionale stochastische Prozesse, wird eine Lösungstheorie für stochastische parabolische Gleichungen entwickelt. Zusätzlich werden einige numerische Konzepte vorgestellt. Wie auch bei deterministischen Gleichungen können viele stochastische Gleichungen nur numerisch gelöst werden. Für die numerische Behandlung der Lösung ist jedoch neben einer Zeit- und Ortsdiskretisierung, zusätzlich eine Diskretisierung des Maßes (bzw. der Zufallsvariable) notwendig.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 572501 Vorlesung Stochastische Modellierung</li> <li>• 572502 Übung Stochastische Modellierung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57251 Stochastische Modellierung (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Computational Methods for Uncertainty Quantification		

## Modul: 57680 Einführung in die Chaostheorie

2. Modulkürzel:	074810350	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Viktor Avrutin		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Teilnehmer lernen die Grundbegriffe der Theorie der nichtlinearen dynamischen Systeme bzw. der Chaostheorie kennen. Die Studierenden verstehen solche Begriffe wie zeit-kontinuierliche und zeit-diskrete Modellierung, transiente und asymptotische Dynamik, Attraktoren, Stabilität, Bifurkationen, Bifurkationsszenarien, Deterministisches Chaos, Wege ins Chaos. Sie können verschiedene Typen von lokalen und globalen Bifurkationen erkennen und kennen auch die Bedingungen, die zu diesen Bifurkationen führen. Darüber hinaus lernen die Studierenden die typischen quantitativen Maße kennen, die bei der praktischen Untersuchung des Verhaltens angewendet werden. Dazu zählen in erster Linie Lyapunov-Exponenten, fraktale Dimensionen und Entropien. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist einem modernen Kapitel der Nichtlinearen Dynamik gewidmet, nämlich der Theorie der stückweise-glatte Systeme. Die Studierenden lernen die für diese Systeme charakteristischen Phänomene (border-collision bifurcations, period-adding) kennen, sowie Konzepte der Symbolischen Dynamik und die typischen Anwendungen aus dem technischen Bereich (impacting systems, switching circuits). Abschließend wird in der Vorlesung der Zusammenhang zwischen dynamischen Systemen und Fraktalen gezeigt. Die Studierenden verstehen darauf die Bedeutung der Standard-Beispiele aus diesem Gebiet (Cantor-Mengen, Julia-Mengen, Mandelbrot-Mengen). Ein besonderer Wert wird in dieser Lehrveranstaltung darauf gelegt, dass die Teilnehmer eigene praktische Erfahrungen im Umgang mit dynamischen Systemen (am Beispiel von niedrig-dimensionalen zeit-diskreten Abbildungen) sammeln. Zu diesem Zweck bietet die Vorlesung den Studierenden die Möglichkeit, viel zu experimentieren.</p>		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Problemstellungen und Grundbegriffe</li> <li>2. Qualitative Analyse: Attraktoren (periodische, aperiodische, chaotische Trajektorien), Bifurkationen (lokale und globale Bifurkationen, Bifurkationen in stückweise-glatte Systemen), Bifurkations-szenarien (in glatten und stückweise-glatte Systemen)</li> <li>3. Quantitative Analyse: Lyapunov Exponenten, fraktale Dimensionen, weitere Maße. Symbolische Dynamik</li> <li>4. Fraktale</li> </ol>		

14. Literatur:	John Argyris, Gunter Faust, Maria Haase, Rudolf Friedrich , Die Erforschung des Chaos: Eine Einführung in die Theorie nichtlinearer Systeme (Springer, 2010) Skript
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 576801 Vorlesung Einführung in die Chaostheorie
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42, Selbststudium: 138
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57681 Einführung in die Chaostheorie (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik

## Modul: 57950 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung

2. Modulkürzel:	060700183	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	3	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Grazia Lamanna		
9. Dozenten:	Lamanna, Grazia; Dr.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen der Thermodynamik		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Methoden zur Kühlung von Turbomaschinen und Antriebssystemen.</li> <li>• Die Studierenden können die verschiedenen Wärmeübertragungseffekte bewerten.</li> <li>• Die Studierenden kennen Ansätze zur analytischen und numerischen Modellierung.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltungsgleichungen und Grenzschichtapproximationen</li> <li>• Strömung und Wärmeübertragung in internen Strömungen</li> <li>• Wärmeübertragung in kompressiblen Strömungen</li> <li>• Grundlagen der Turbulenzmodellierung</li> <li>• Methoden zur Steigerung des Wärmetransports</li> </ul>		
14. Literatur:	Manuskripte, Folien Malvern, Introduction to the mechanics of a continuous medium, Prentice Hall, 1969 Schlichting, Gersten, Boundary layer theory, Springer, 8th Edition, 2000 Kays, Crawford, Weigand: Convective Heat and Mass Transfer, McGraw Hill 2005		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 579501 Vorlesung Spezielle Probleme der Wärmeübertragung</li> <li>• 579503 Seminar Spezielle Probleme der Wärmeübertragung</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Vorlesung: 73 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 45 h) Spezielle Probleme der Wärmeübertragung, Übungen: 17 h (Präsenzzeit 7 h, Selbststudium 10 h) freiwilliges Seminar im Rahmen des angeleiteten Selbststudiums: 17 h Gesamt: 90 h (Präsenzzeit 35 h, Selbststudium 55 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	57951 Spezielle Probleme der Wärmeübertragung (BSL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Sprache der Lehrveranstaltung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutsch (Wintersemester)</li> <li>• Englisch (Sommersemester)</li> </ul>		
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 58190 Entwurf und Implementierung eines Compilers

2. Modulkürzel:	05151313	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Erhard Plödereder		
9. Dozenten:	Erhard Plödereder Timm Felden		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul Compilerbau ist notwendige Voraussetzung, Java-Kenntnisse werden erwartet. Die Teilnehmerzahl in diesem Modul ist auf maximal 15 beschränkt.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben praktische Erfahrungen mit der Konstruktion eines Compilers und der Umsetzung von Konzepten in Programmiersprachen erworben. Sie sind in der Lage aktuelle Entwicklungen im Bereich der Programmiersprachen und des Compilerbaus zu beurteilen. Durch die Teilnahme an Programmierübungen mit Codereviews haben sie gelernt, qualitativ hochwertige Compiler zu entwickeln.		
13. Inhalt:	Lexer- und Parsergeneratoren, Semantische Attributierung, Fehlererkennung und -behandlung in Compilern, Typsysteme und Typprüfung, Die Java Virtual Machine, Zwischencodengenerierung, Sprachinterfaces		
14. Literatur:	- A.W. Appel : Modern Compiler Implementation in Java 2nd Edition, Cambridge University Press (2002). - A. V. Aho, M.S. Lahm, R. Sethi, J. D. Ullman: Compilers - Principles, Techniques, and Tools, Addison, Wesley (2007).		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 581901 Vorlesung Entwurf und Implementierung eines Compilers		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 58191 Entwurf und Implementierung eines Compilers (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [58191] Entwurf und Implementierung eines Compilers (PL), mündliche Prüfung, 30 Min. , Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Programmier Sprachen und Übersetzerbau		

## Modul: 58270 Dynamik mechanischer Systeme

2. Modulkürzel:	074010730	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Remco Ingmar Leine		
9. Dozenten:	Simon R. Eugster  Remco I. Leine		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Technische Mechanik II+III		
12. Lernziele:	Verständnis der Darstellung und Behandlung komplexer dynamischer Systeme der höheren Mechanik.		
13. Inhalt:	<p><b>Variationsrechnung:</b> Brachistochronenproblem, Eulersche Gleichungen der Variationsrechnung für eine und mehrere Variablen, für erste und höhere Ableitungen, für skalar- und vektorwertige Funktionen, natürliche Randbedingungen, freie Ränder und Transversalität, Hamiltonsches Prinzip der stationären Wirkung</p> <p><b>Projizierte Newton-Euler-Gleichungen:</b> Virtuelle Verschiebungen, Starrkörper-Kinematik und -Kinetik, Prinzipien der Mechanik, Minimalkoordinaten, Kinematik starrer Mehrkörpersysteme, Projizierte Newton-Euler-Gleichungen, Linearisierung nichtlinearer Bewegungsgleichungen</p> <p><b>Lagrange'sche Dynamik:</b> Lagrange'sche Gleichungen 2. Art, Hamel-Boltzmann Gleichung, Anwendung auf starre Mehrkörpersysteme, Konservative Systeme, Ritz-Verfahren für 1D Kontinua</p> <p><b>Ideale Bilaterale Bindungen:</b> Einfache generalisierte Kräfte, Klassifizierung von Bindungen, Prinzip von d'Alembert-Lagrange, Übergang auf neue Minimal-Koordinaten und -Geschwindigkeiten</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• K. Meyberg und P. Vachenauer, Höhere Mathematik 2, Springer 2005</li> <li>• H. Bremer, Dynamik und Regelung mechanischer Systeme, Teubner, 1988</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 582701 Vorlesung Dynamik mechanischer Systeme</li> <li>• 582702 Übung Dynamik mechanischer Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenz: (2 x 1,5 Stunden pro Woche) x 14 Wochen = 42 Stunden          Nacharbeit: (4 Stunden pro Woche) x 14 Wochen = 56 Stunden          Prüfungsvorbereitung: 82 Stunden          Gesamt: <b>180 Stunden</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58271 Dynamik mechanischer Systeme (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Wandtafel, Laptop, Beamer

---

20. Angeboten von: Angewandte und Experimentelle Mechanik

---

## Modul: 59740 Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	021020014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Steeb		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse der Technischen Mechanik und Grundkenntnisse der Kontinuumsmechanik		
12. Lernziele:	Durch die Vorlesung beherrschen die Studierenden die Theorie der Strömungsmechanik im Rahmen einer kontinuumsmechanischen Betrachtungsweise. Darüber hinaus verstehen sie ausgewählte Sonderfälle der Strömungsmechanik.		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Strömungsmechanik und behandelt ausgewählte Sonderfälle der Strömungsmechanik. Der Inhalt der Veranstaltung gliedert sich hierbei wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation: Einführung in die computerorientierte Fluidodynamik (CFD)</li> <li>• Kontinuumsmechanische Grundlagen: Kinematik und Bilanzrelationen</li> <li>• Materialeigenschaften von Fluiden: Newtonsche und nicht-Newtonsche Fluide</li> <li>• Turbulente Strömungen und deren Modellierung</li> <li>• Strömungen in deformierbaren, heterogenen, porösen Festkörpern</li> <li>• Wellenausbreitung, Mehrphasenströmungen, Diffusionsprozesse</li> <li>• Aspekte der numerischen Behandlung von Strömungsproblemen</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Vollständiger Tafelanschrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. H. Spurk [1996], Einführung in die Theorie der Strömungen, Springer.</li> <li>• H. Schlichting, K. Gersten [2006], Grenzschicht-Theorie, Springer.</li> <li>• O. Kolditz [2002], Computational Methods in Environmental Fluid Mechanics, Springer.</li> <li>• J. Bear [1988], Dynamics of Fluids in Porous Media, Dover Books on Physics und Chemistry.</li> <li>• R. Helmig, H. Class [2005], Grundlagen der Hydromechanik, Shaker Verlag.</li> <li>• W. Ehlers [2014], Vector and Tensor Calculus: An Introduction, Lecture notes, Institute of Applied Mechanics, Chair of Continuum Mechanics, University of Stuttgart.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 597401 Vorlesung Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Vorlesung, Umfang 2 SWS: Präsenzzeit (2 SWS) 28 h Selbststudium (1,0 h pro Präsenzstunde) 28 h Seminar, Umfang 3 SWS:</p>		

Präsenzzeit (3 SWS) 42 h Selbststudium (Vorbereitung des eigenen Seminarvortrags) 22 h Schriftliche Ausarbeitung des Seminarthemas 60 h  
Gesamt: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 59741 Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik (LBP),  
Sonstige, Gewichtung: 1  
Ausgewählte Kapitel der Strömungsmechanik (Gewicht: 1.0): setzt sich zusammen aus Vortrag eines zugeteilten Seminarthemas (Gewicht 0,5) und schriftliche Ausarbeitung (ca. 20 Seiten) zum Seminarthema (Gewicht 0,5).

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Mechanik II

---

## Modul: 59900 Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen

2. Modulkürzel:	080210007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Guido Schneider		
9. Dozenten:	Guido Schneider		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Outgoing Double Degree, PO 972EiO2013, → Electives M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	empfohlen: Analysis 1-3, Höhere Analysis, Funktionalanalysis		
12. Lernziele:	Die Studierenden verfügen über Kenntnis und Umgang mit Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen		
13. Inhalt:	Modellierung, lokale Existenz und Eindeutigkeit, qualitative Theorie, Instabilitäten, Musterbildung, Wellenphänomene		
14. Literatur:	R. Temam: Navier-Stokes Equation: Theory and Numerical Analysis, AMS, 2000. P.-L. Lions: Mathematical Topics in Fluid Mechanics, Volume 1, Incompressible Models, Oxford University Press, 2006.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 599001 Vorlesung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen</li> <li>• 599002 Übung Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<i>Insgesamt 270 h, wie folgt:</i> <i>Präsenzzeit: 56 h (V), 28 h (Ü)</i> <i>Selbststudium: 186 h</i>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59901 Euler- und Navier-Stokes-Gleichungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Analysis und Modellierung		

## Modul: 59940 Dynamik Nichtglatter Systeme

2. Modulkürzel:	074810380	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer		
9. Dozenten:	Viktor Avrutin		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Gründe, die zur Entstehung stückweise glatter Modelle führen,</li> <li>• kennen verschiedene Typen stückweiser glatter Systeme und ihre Eigenschaften,</li> <li>• verstehen, wie sich stückweise glatte Systeme von glatten Systemen unterscheiden, und wie diese Unterschiede zum Auftreten bestimmter Arten der Dynamik führen,</li> <li>• kennen charakteristische Bifurkationsphänomene in stückweise glatten Systemen und können diese analysieren.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Problemstellungen und Grundbegriffe. Qualitative Theorie stückweise glatter Systeme: (piecewise smooth maps, piecewise smooth ODEs, Filippov systems, hybrid systems). Stabilität und Bifurkationen in stückweise glatten Systemen. Border collision bifurcations in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Abbildungen. Homokline Bifurkationen. Numerische Algorithmen.</p>		
14. Literatur:	<p>Mario di Bernardo, Chris Budd, Alan Champneys, and Piotr Kowalczyk. Piecewise-smooth dynamical systems: theory and applications. Springer Science und Business Media, Vol. 163, 2008.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 599401 Vorlesung Dynamik Nichtglatter Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28 h, Selbststudium: 62 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59941 Dynamik Nichtglatter Systeme (BSL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Systemtheorie und Regelungstechnik		

## Modul: 59950 Mechanik nichtlinearer Kontinua

2. Modulkürzel:	074010910	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Remco Ingmar Leine		
9. Dozenten:	Simon Raphael Eugster		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	TM II+III		
12. Lernziele:	Verständnis für das Modellieren nichtlinearer Kontinua.		
13. Inhalt:	<p>Tensoranalysis:                      Multilinear forms and tensors                      Index notation                      Tensor product                      Contraction operations                      Differentiation rules                      Integration theorem                      Nonlinear Continua:                      Nonlinear deformation                      Deformation gradient                      Strain measures                      Principle of virtual work                      Stress tensors                      Balance laws                      Material laws</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 599501 Vorlesung Mechanik nichtlinearer Kontinua</li> <li>• 599502 Übung Mechanik nichtlinearer Kontinua</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Gesamt: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59951 Mechanik nichtlinearer Kontinua (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte und Experimentelle Mechanik		

## Modul: 59990 Nichtglatte Dynamik

2. Modulkürzel:	074010820	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Remco Ingmar Leine		
9. Dozenten:	Remco Ingmar Leine		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	TM II+III		
12. Lernziele:	Verständnis des Verhaltens mechanischer Systeme mit einseitigen Bindungen.		
13. Inhalt:	Convex analysis: Normal cone Subdifferential Maximal monotonicity Proximal point functions Set-valued Force Laws: Scalar force elements Potential theory Contact law in normal direction Coulomb friction (planar und spatial) Impact laws in multibody dynamics Nonsmooth Dynamical Systems: DAEs Differential inclusions Event driven integration method Measure differential inclusions Time-stepping methods		
14. Literatur:	Leine, R.I. und van de Wouw, N. Stability and Convergence of Mechanical Systems with Unilateral Constraints, Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics Vol. 36, Berlin, Springer-Verlag, 2008.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 599901 Vorlesung Nichtglatte Dynamik</li> <li>• 599902 Übung Nichtglatte Dynamik</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenz: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Gesamt: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59991 Nichtglatte Dynamik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Angewandte und Experimentelle Mechanik		

## Modul: 60090 Diskretisierung der inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen

2. Modulkürzel:	080300020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Claus-Justus Heine		
9. Dozenten:	Claus-Justus Heine		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge of PDEs and the finite element method programming skills, depending on the FEM toolbox used for the course, for example C++ in the context of Dune		
12. Lernziele:	discretization of the incompressible Navier-Stokes equations  actual simulations of basic problems  verification and visualization of the simulation results		
13. Inhalt:	Theory: Brief introduction into continuum fluid dynamics, "weak" formulation, saddle point problems. Implementation: Introduction to the simulation software used, advanced programming techniques (e.g. Dune, C++), discretization of saddle point problems with finite elements, time discretization, non-linear solvers, error computation, visualization.		
14. Literatur:	V. Girault, P.-A. Raviart: Finite Element Methods for Navier-Stokes Equations. Theory and Algorithms, 1986. Brenner, S. C., Scott, L. R.: The mathematical theory of finite element methods, Springer, 2010, XVII.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 600901 Vorlesung Diskretisierung der inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28h Selbststudium/Nacharbeitszeit: 52h Projektvorstellung mit Vorbereitung: 10h Gesamt: 90h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60091 Diskretisierung der inkompressiblen Navier-Stokes-Gleichungen (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 <i>Implementierung eines konkreten Fallbeispiels und Präsentation der Simulationsergebnisse</i> <i>Implementation of a concrete problem and presentation of the results of the simulations</i>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Angewandte Mathematik/Numerik für Höchstleistungsrechner

---

## Modul: 60110 Wissenschaftliches Rechnen

2. Modulkürzel:	080300016	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dominik Götdeke		
9. Dozenten:	Dominik Götdeke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlene inhaltliche Voraussetzungen: Einführung in die Numerik für Partielle Differentialgleichungen, Programmierung in einer Hochsprache		
12. Lernziele:	<p>Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem Teilgebiet der modernen Mathematik</p> <p>Selbstständige Analyse von Methoden und ihre effiziente praktische Umsetzung</p> <p>Übertragung auf anwendungsorientierte Fragestellungen</p> <p>Grundlagen für das Verständnis aktueller Forschungsthemen</p>		
13. Inhalt:	<p>Es werden mathematische Aspekte des Wissenschaftlichen Rechnens und der numerischen Simulation behandelt, insbesondere die effiziente Lösung sehr großer (nicht-) linearer dünnbesetzter Gleichungssysteme. Solche Systeme entstehen bspw. bei der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen. Aufgrund der Größe ist die Parallelisierung dabei nicht nur in der Implementierung, sondern auch im Entwurf der numerischen Methodik von zentraler Bedeutung.</p> <p>Konkrete Themengebiete: Krylov-Unterraum- und Projektionsverfahren, Mehrgitterverfahren, Crashkurs Rechnerarchitektur, Parallele Programmierung mit OpenMP, Vorkonditionierungs- und Glättungstechniken, Einführung in Gebietszerlegungsverfahren</p> <p>Die Übungen haben sowohl theoretische als auch praktische Anteile.</p>		
14. Literatur:	<p>Y. Saad: Iterative Methods for Sparse Linear Systems. SIAM, 2003</p> <p>U. Trottenberg, C.W. Oosterlee, A. Schuller. Multigrid. Academic Press, 2001</p> <p>B.F. Smith, P.E. Bjorstad, W.D. Gropp: Domain Decomposition - Parallel multilevel methods for elliptic partial differential equations. Cambridge University Press, 2004</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 601101 Vorlesung Wissenschaftliches Rechnen</li> <li>• 601102 Übung Wissenschaftliches Rechnen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 56h (V), 28h (Ü)</p> <p>Selbststudium: 186 h</p> <p>Gesamt: 270 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 60111 Wissenschaftliches Rechnen (PL), Mündlich, 30 Min.,  
Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Mathematische Methoden für komplexe Simulationen der  
Naturwissenschaft und Technik

---

## Modul: 60210 Implementation and Algorithms for Finite Elements

2. Modulkürzel:	020300006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Malte von Scheven		
9. Dozenten:	Malte von Scheven		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	"Computational Mechanics of Structures" or "Finite Elemente für Tragwerksberechnungen"		
12. Lernziele:	The students know the numerical methods and algorithms for implementation of the finite element method. They are able to understand the individual components of complex finite element packages and they can produce their own finite element code. For that purpose, the students have basic knowledge of a scientific programming language. Furthermore, the students understand the most important methods of numerical mathematics and know how to implement it within a computer code.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• principal structure of a finite element code</li> <li>• pre- and post-processing, software engineering in the context of finite element programs</li> <li>• integration of element stiffness matrices and load vectors, implementation of boundary conditions</li> <li>• assembly of stiffness matrices</li> <li>• solution of linear systems of equations</li> <li>• storage formats for sparse matrices</li> </ul>		
14. Literatur:	lecture notes "Implementation and Algorithms for Finite Elements", Institut für Baustatik und Baudynamik		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 602101 Vorlesung Implementation and Algorithms for Finite Elements</li> <li>• 602102 Übung Implementation and Algorithms for Finite Elements</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 60211 Implementation and Algorithms for Finite Elements (PL), Schriftlich, Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Prerequisite: 3 approved, not graded assignments</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Baustatik und Baudynamik		

## Modul: 60860 3D Scanner - Algorithms and Systems

2. Modulkürzel:	051230002	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Prüfungsleistung (PL): schriftlich, 90 min.		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

**Modul: 61280 Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie)**

2. Modulkürzel:	080200095	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Jens Wirth		
9. Dozenten:	Peter Lesky Guido Schneider Jens Wirth		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lineare Algebra, Analysis I-III Höhere Analysis		
12. Lernziele:	Die Studenten beherrschen die klassische (lineare) Theorie partieller Differentialgleichungen, verstehen die grundlegende Typen von Operatoren und zugeordnete Problemstellungen und können adequate Lösungstheorien entwickeln. Sie erwerben vertiefte Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der angewandten Mathematik.		
13. Inhalt:	Einfache partielle Differentialgleichungen, Lösungs- und Korrektheitsbegriffe, Methode der Charakteristiken, Laplace-Gleichung und Potentiale, Wärmeleitungsgleichung und Wärmeleitungskern, Wellengleichung und deren Lösung nach d'Alembert, Kirchhoff und Poisson Analytische Theorie, Sätze von Cauchy-Kovalevskaya und Holmgren, Eindeutigkeit und Abhängigkeitsgebiete Cauchyprobleme, Korrektheit und Hadamardbedingung, Hyperbolizität Randwertprobleme, Elliptizität, Ungleichung von Garding und Lösbarkeit von Dirichletproblemen		
14. Literatur:	Lawrence C. Evans: Partial Differential Equations (Graduate Studies in Mathematics, Vol 19, AMS 2010) Sigeru Mizohata: The Theory of Partial Differential Equations (Cambridge University Press, 1973) Olga Ladyzhenskaja: The boundary value problems of mathematical physics (Springer, 1985)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 612801 Vorlesung Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie)</li> <li>• 612802 Übung Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie)</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Insgesamt 270h, wie folgt : Präsenzzeit 56 h (V), 28h (Ü) Selbststudium 186 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 61281 Partielle Differentialgleichungen I (klassische Theorie) (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Analysis und Mathematische Physik

---

## Modul: 67140 Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen

2. Modulkürzel:	074810390	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Christian Ebenbauer		
9. Dozenten:	Nicole Radde Christian Ebenbauer Sebastian Trimpe		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen Wahrscheinlichkeitsrechnung		
12. Lernziele:	<p>Die Studenten können das Grundprinzip von Bayes'schen Lern- und Schätzverfahren (Filter) erklären und anwenden. Die Studenten können direkte Verfahren zur Generierung von Stichproben aus Wahrscheinlichkeitsverteilungen sowie Markov Chain Monte Carlo Verfahren erläutern und implementieren.</p> <p>Die Studenten lernen weiterführende Methoden im den Bereichen statistische Lernverfahren und stochastische Regelung kennen und können diese auf Probleme anwenden.</p> <p>Die Studenten lernen Problemstellungen aus den oben genannten Gebieten mit Hilfe von rechnergestützten Werkzeugen zu lösen.</p>		
13. Inhalt:	<p>Weiterführende Themen im den Bereichen statistische Lernverfahren und stochastische Regelung wie zum Beispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stichprobengenerierung, stochastische Simulation</li> <li>• Bayessche Schätzverfahren, Filter</li> <li>• Regression und Gauß-Prozesse</li> </ul> <p>Die genaue Themenauswahl erfolgt unter Berücksichtigung der Interessen der Studierenden.</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 671401 Vorlesung Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen</li> <li>• 671402 Übung Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit:56 h Vor- und Nachbearbeitungszeit:84 h Prüfungsvorbereitung: 40h Gesamter Arbeitsaufwand: 180h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 67141 Statistische Lernverfahren und stochastische Regelungen  
(PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Computations in Control

---

## Modul: 67150 Einführung in die Modellreduktion mechanischer Systeme

2. Modulkürzel:	021020015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Felix Oliver Fritzen		
9. Dozenten:	Wolfgang Ehlers Felix Oliver Fritzen		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Kontinuumsmechanik, Kenntnisse numerischer Methoden für partielle Differentialgleichungen (insbesondere Finite-Elemente-Methode, Finite-Differenzen-Methode), Grundkenntnisse in MATLAB, basic knowledge of continuum mechanics, knowledge in numerical methods for partial differential equations (in particular: finite element method, finite difference method), basic knowledge in MATLAB,		
12. Lernziele:	<p>Durch die Vorlesung erlernen die Studierenden Grundkenntnisse aus dem Bereich der Modellreduktionsverfahren zur numerisch effizienten Behandlung parametrisierter partieller Differentialgleichungen. Dabei werden theoretische Grundlagen und anwendungsorientierte Aspekte vermittelt, die in praktische Problemstellungen und akademischen Fragestellungen eingesetzt werden können.</p> <p>Withing the course the students attain basic knowledge in the field of model order reduction for the computationally efficient treatment of parameterized partial differential equations. Both theoretical foundations and application oriented aspects will be covered, thus providing tools for use in either practical problem settings or in an academic environment.</p>		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in Modellreduktionsverfahren, insbesondere in Verfahren, die eine Reduktion linearer Funktionenräume durch sogenannte Reduzierte Basen realisieren. Die Veranstaltung gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation: Notwendigkeit der Modellreduktion für numerische Studien, Eigenschaften parametrisierter mechanischer Probleme (mit Beispielen)</li> <li>• Kontinuumsmechanische Grundlagen:</li> </ul> <p>Wärmeleitung (stationär, instationär) Diskrete mechanische System (Feder-Massen-Systeme) Elastostatik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrixalgebra (inkl. EIG/SVD, ), formale Definition von Funktionenräumen</li> </ul>		

- Substrukturtechniken
- Definition lokaler und globaler Maße für Approximationsfehler
- Proper Orthogonal Decomposition (POD)
- Reduzierte Basis Methoden für lineare, zeitunabhängige Probleme (RB for LTI systems)
- Reduzierte Basis Methoden für lineare, zeitabhängige Probleme
- Einführung in die Modellreduktion nichtlinearer Systeme
- Numerische Aspekte der Modellreduktion für nichtlineare Probleme

The lecture gives an introduction to model order reduction, more specifically for methods aiming at a reduction of linear function spaces by using a reduced basis. The course is partitioned as follows:

- Motivation: necessity for model order reduction in numerical studies, properties of parameterized mechanical systems (with examples)
- Continuum mechanical foundations:

Heat conduction (stationary, instationary)

Discrete mechanical systems (spring-mass-systems)

elasto statics

- matrix algebra (eigenproblems/SVD, ), formal definitions of function spaces
- substructuring techniques
- definition of local and global measures of the approximation error
- proper orthogonal decomposition (POD)
- reduced basis methods for linear time invariant problems (LTI)
- reduced basis methods for linear time dependent problems
- introduction to model order reduction of nonlinear systems
- numerical aspects of model order reduction for nonlinear problems

---

14. Literatur:

Digital lecture notes including digital material for the course preparation will be provided

Supplementing literature:

J. Fehr: "Automated and error controlled model reduction in elastic multibody systems", Dissertationsschrift, Shaker Verlag, 2011

F. Fritzen: "Microstructural modeling and computational homogenization of the physically linear and nonlinear constitutive behavior of micro-heterogeneous materials", Dissertationsschrift, KIT Scientific Publishing, 2011

F. Fritzen, M. Leuschner: "Reduced basis hybrid computational homogenization based on a mixed incremental formulation", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 260, 143-154, 2013

D. Wirtz, Dissertationsschrift "Model reduction for nonlinear systems: kernel methods and error estimation", Universität Stuttgart, 2013

F. Fritzen, M. Hodapp, M. Leuschner: "GPU accelerated computational homogenization based on a variational approach in a reduced basis framework", Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 278, 186-217, 2014

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 671501 Vorlesung Einführung in die Modellreduktion mechanischer Systeme
-



## Modul: 67250 Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme

2. Modulkürzel:	080300017	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Dr. Iryna Rybak		
9. Dozenten:	Iryna Rybak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der partiellen Differentialgleichungen		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über klassische Modelle der Fluidodynamik und der Strömungen in porösen Medien sowie über Mittelungsansätze,</li> <li>• Fähigkeit zur Entwicklung von Makromodellen sowie von effizienten numerischen Algorithmen für Mehrskalenprobleme.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Modelle von Strömungs- und Transportprozessen in porösen Medien, Oberflächenströmungen und Strömungen in gekoppelten Systemen,</li> <li>• Entwicklung von Makromodellen mit Hilfe von Mittelungstheorie,</li> <li>• Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme (Raum und Zeit): Finite Volumen, mehrskalige Finite Elemente, numerisches Upscaling, Mehrgitterverfahren, Gebiets- und Zeiterlegungsmethoden.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Y. Efendiev, T. Hou, Multiscale Finite Element Methods: Theory and Applications, 2009.</li> <li>• J.-L. Auriault, C. Boutin, C. Geindreau, Homogenization of Coupled Phenomena in Heterogenous Media, 2009.</li> <li>• B. Smith, P. Bjorstad, W. Gropp, Domain Decomposition: Parallel Multilevel Methods for Elliptic Partial Differential Equations, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 672501 Vorlesung Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme</li> <li>• 672502 Übung Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit : 56 Stunden Selbststudiumszeit: 124 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	67251 Numerische Verfahren für Mehrskalenprobleme (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Mathematische Methoden für komplexe Simulationen der Naturwissenschaft und Technik		

## Modul: 68050 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden

2. Modulkürzel:	041600108	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jörg Starflinger		
9. Dozenten:	Michael Buck Jörg Starflinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wissen, dass viele technische Systeme zufälligen Einflüssen unterliegen und sind in der Lage, diese mit Hilfe der Methoden der Stochastik zu beschreiben und zu analysieren,</li> <li>- kennen die Grundlagen der Monte-Carlo-Methode und haben gelernt, diese anhand praktischer Beispiele zur Lösung numerischer Problemstellungen anzuwenden,</li> <li>- wissen, wie probabilistische Methoden im Rahmen einer Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse eingesetzt werden können, um die Ergebnisse komplexer Simulationsmodelle besser zu verstehen,</li> <li>- haben verstanden, wie mit Hilfe einer probabilistischen Risikoanalyse die Zuverlässigkeit bzw. die Versagenswahrscheinlichkeit eines technischen Systems berechnet werden kann und welche Schritte und Methoden hierzu notwendig sind,</li> <li>- wissen wie die Monte-Carlo-Methode zur Modellierung physikalischer Prozesse mit stochastischer Natur z.B. in der Kernphysik angewendet werden kann.</li> <li>-haben das Verständnisses der theoretischen Inhalte durch praktische Übungen vertieft.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Die o.g. Lernziele werden in 5 Themenkomplexen abgehandelt.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mathematische und numerische Grundlagen (Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik)</li> <li>- Monte-Carlo-Methode als Basis numerischer Werkzeuge: Integration über komplexe Gebiete, Optimierung (simulated annealing, genetische Algorithmen)</li> <li>- Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse komplexer mathematisch-physikalischer Modelle</li> <li>- Probabilistische Risikoanalyse (PRA)</li> <li>- Anwendungen der Monte-Carlo-Methode in der Kernphysik, beispielweise Strahlungstransport, Teilchen- und Materie-Wechselwirkungen und in anderen Gebieten der Ingenieurtechnik</li> </ul>		

Im Wechsel mit den theoretischen Einheiten werden praktische Übungen am Computer unter Verwendung z.B. von MATLAB und SUSA (Software for Uncertainty and Sensitivity Analyses) abgehalten.

pdf der Vorlesung ausschließlich über ILIAS

---

14. Literatur:	Bedford und Cooke, Probabilistic Risk Analysis: Foundations and Methods, Cambridge University Press (30. April 2001). Rubinstein und Kroese, Simulation and the Monte Carlo Method, Wiley Series in Probability and Statistics, /SBN: 978-0-470-17794-5, February 2008 Binder, Monte Carlo Simulation in Statistical Physics, Springer, ISBN 978-3-642-03163-2, 2010
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 680501 Vorlesung Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	56h Präsenzzeit 36h Vor-/Nacharbeitungszeit 88h Prüfungsvorbereitung und Prüfung Gesamt:180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68051 Probabilistik und Monte-Carlo-Methoden (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Kernenergetik und Energiesysteme

---

## Modul: 68320 Modulationsgleichungen

2. Modulkürzel:	080210005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	apl. Prof. Dr. Wolf-Patrick Düll		
9. Dozenten:	Wolf-Patrick Düll		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Analysis 1-3, Nichtlineare Partielle Differentialgleichungen		
12. Lernziele:	Erwerb von vertieften Fähigkeiten in einem modernen Teilgebiet der Analysis, die als Grundlage des Verständnisses aktueller Forschungsthemen dienen.		
13. Inhalt:	Generische Modulationsgleichungen für konservative und dissipative Systeme: Herleitung und mathematisch rigorose Rechtfertigung ihrer Approximationseigenschaften		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 683201 Vorlesung Modulationsgleichungen</li> <li>• 683202 Übung Modulationsgleichungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit : 63 h Selbststudiumszeit: 187h Prüfungsvorbereitung: 20h Gesamt: 270		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 68321 Modulationsgleichungen (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

## Modul: 68420 Deep learning for NLP

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Ngoc Thang Vu		
9. Dozenten:	Ngoc Thang Vu		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	statistics and machine learning		
12. Lernziele:	Students develop an understanding of state-of-the-art research in deep learning (DL) techniques and their applications for speech and language processing.		
13. Inhalt:	This module gives an introduction to deep learning (DL) techniques and their applications for speech and language processing. It covers several fundamental topics about neural nets. Furthermore, different kinds of neural nets such as multilayer perceptron (MLP), convolution neural nets (CNN), recurrent neural nets (RNN) and long short-term memory (LSTM) RNNs will be discussed.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 28h Selbststudium: 62h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	68421 Deep learning for NLP (BSL), , Gewichtung: 1 written(60 min.)or oral (30 min.)		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:			

## Modul: 68720 Human-Computer Interaction

2. Modulkürzel:	051900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Niels Henze		
9. Dozenten:	Niels Henze wiss. Mitarbeiter		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	051520005 Programmierung und Software-Entwicklung 051200005 Systemkonzepte und -programmierung		
12. Lernziele:	Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. Sie lernen Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung, Implementierung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. Studierende können Benutzungsschnittstellen mit verschiedenen Methoden evaluieren und die erlernten Konzepte praktisch anwenden.		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet. Die folgenden Themen werden in der Vorlesung behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer Interaktion, historische Entwicklung</li> <li>• Prozesse zur Entwicklung von benutzbaren Schnittstellen</li> <li>• Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme</li> <li>• Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers</li> <li>• Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides</li> <li>• Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme</li> <li>• Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge</li> <li>• Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten</li> <li>• Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004</li> <li>• Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005</li> </ul>		

- Field, Andy, and Graham Hole, How to design and report experiments, 2002.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 687201 Vorlesung Human-Computer Interaction
  - 687202 Übung Human-Computer Interaction
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 68721 Human-Computer Interaction (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
  - 68722 Human-Computer Interaction (BSL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Soziokognitive Systeme

---

## Modul: 68740 Non-linear Computational Mechanics of Structures

2. Modulkürzel:	020300005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Manfred Bischoff		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Computational Mechanics of Structures (55920)		
12. Lernziele:	The students have an overview of computational methods for the non-linear analysis of structures with an emphasis on the finite element method. They are prepared for self dependent work on a scientific level. At the same time they have practical skills, particularly in view of computational modelling of non-linear structural behaviour and critical review of the results. They have gained insight into aims and methods of scientific work in an international environment.		
13. Inhalt:	The course covers the theory of non-linear structural mechanics and corresponding discretization methods and algorithms with a focus on the finite element methods. <ul style="list-style-type: none"> <li>• basic principles, phenomena and concepts of structural mechanics</li> <li>• non-linear strain measures and stress measures</li> <li>• large deformations, stability problems</li> <li>• methods and algorithms of non-linear structural mechanics</li> <li>• iteration methods and path following techniques</li> <li>• stability analysis, buckling problems</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Belytschko, W.K. Liu, B. Moran: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley 2001.</li> <li>• M.A. Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Essentials: 1, Wiley 1996.</li> <li>• lecture notes "Advanced Computational Mechanics of Structures", Institut für Baustatik und Baudynamik</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 687401 Vorlesung Non-linear Computational Mechanics of Structures</li> <li>• 687402 Übung Non-linear Computational Mechanics of Structures</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 68741 Non-linear Computational Mechanics of Structures (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Sonstige</li> </ul> Prerequisite: 3 approved, not graded assignments		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Baustatik und Baudynamik

---

## Modul: 69460 Computational contact mechanics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Anton Tkachuk		
9. Dozenten:	Anton Tkachuk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Computational Mechanics of Structures		
12. Lernziele:	<p>This course describes formulations, methods and algorithms of contact mechanics. It covers penalty, Lagrange and Nitsche formulations for weak forms, Node-to-Node, Node-to-Segment and Segment-to-Segment spatial discretization of contact terms, local and global search algorithms, friction and application to quasi-static and dynamic problems. The students learn to solve contact problems, how to skilfully choose the solution methods, interpret results of contact simulations and avoid problems with convergence. Furthermore, the students understand details of the implementation and performance of contact algorithms.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to kinematics of contact, Signorini conditions</li> <li>• Weak and strong forms of a contact problem</li> <li>• Spatial discretization</li> <li>• Global and local contact search</li> <li>• Global solution algorithms: active set and complementarity algorithms</li> <li>• Treatment of contact for explicit time integration</li> <li>• Treatment of contact with implicit time integration</li> <li>• Mesh tying techniques</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• slides</li> <li>• additional material (Maple worksheets, Ansys examples)</li> <li>• textbook (Wriggers, "Computational contact mechanics")</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 694601 Vorlesung Computational contact mechanics</li> <li>• 694602 Übung Computational contact mechanics</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 69461 Computational contact mechanics (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> </ul> <p>Prerequisite: 3 approved, not graded assignments</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Baustatik und Baudynamik		

## Modul: 70050 Numerische Strömungsmechanik

2. Modulkürzel:	060120115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Claus-Dieter Munz		
9. Dozenten:	Claus-Dieter Munz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden besitzen einen Überblick über die numerischen Verfahren, die in den aktuellen Strömungsmechanik-Rechenprogrammen der Industrie benutzt werden und kennen deren grundlegenden Eigenschaften.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, zu entscheiden, welches numerische Verfahren für ein vorliegendes strömungsmechanisches Problem geeignet ist. Sie haben eine Vorstellung, wie die Qualität und die Genauigkeit der numerischen Ergebnisse beurteilt werden können. Die Studierenden haben einen Überblick über die aktuellen Forschungsthemen in der numerischen Strömungsmechanik.</p>		
13. Inhalt:	<p>Das zentrale Thema dieser Vorlesung sind die numerischen Methoden, welche zur Simulation von Strömungen eingesetzt werden. Die Simulation kompressibler Strömungen, die insbesondere in der Luft- und Raumfahrttechnik wichtig sind, ist der Fokus und nimmt den größten Teil der Vorlesung ein. Im Bereich der Approximation von kompressiblen Strömungen sind dies vor allem Finite-Volumen-Verfahren. Es werden aktuelle Shock-Capturing-Verfahren vorgestellt und deren Konstruktion erläutert.</p> <p>Neben den numerischen Methoden im kompressiblen Strömungsregime werden numerische Verfahren für schwach kompressible und inkompressible Strömungen vorgestellt und auf deren Konstruktionsprinzipien eingegangen. Der Zusammenhang mit Berechnungsmethoden in der Aeroakustik wird aufgezeigt. Ein Einblick in Themen der aktuellen Forschung im Bereiche der numerischen Strömungsmechanik wird gegeben.</p>		
14. Literatur:	<p>Powerpoint-Folien werden als Skript zur Verfügung gestellt. Grundlagen zur Vorlesung findet man z.B. im Buch: C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012</p> <p>Verschiedene Lehrbücher werden in der Vorlesung angegeben.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 700501 Vorlesung Numerische Strömungsmechanik</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Numerische Strömungsmechanik, Vorlesung und Übungen:180 h (Präsenzzeit:56 h, Selbststudium 124 h)
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70051 Numerische Strömungsmechanik (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1
18. Grundlage für ... :	Powerpoint transperencies are available that cover the topics of the lecture. Basic knowledge can be find in the book C.-D. Munz, T. Westermann: Numerische Behandlung gewöhnlicher und partieller Differenzialgleichungen, 3. Auflage, Springer 2012
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Aerodynamik und Gasdynamik

---

## Modul: 70400 Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken

2. Modulkürzel:	072910007	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Pott		
9. Dozenten:	Andreas Pott		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden können die Modellbildung und Analyse von Maschinen und Robotern mit komplexer Kinematik verstehen. Neue Roboterkinematiken können von den Studierenden berechnet und analysiert werden. Weiterhin können sie Maschinen anhand der gelernten Methoden entwerfen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung von Maschinen mit komplexer Kinematik</li> <li>• Techniken zur Analyse und Eigenschaftsbestimmung</li> <li>• Kinematische Transformation und Arbeitsraumbestimmung</li> <li>• Methoden für Entwurf und Auslegung</li> </ul>		
14. Literatur:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Summe: 180 Stunden		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 704001 Vorlesung Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken I</li> <li>• 704002 Vorlesung Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56 Stunden Selbststudium: 124 Stunden Summe: 180 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	70401 Modellierung, Analyse und Entwurf neuer Roboterkinematiken (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Application of Simulation Technology in Manufacturing Engineering		

## Modul: 71910 Seminar zu Mehrphasenströmungen

2. Modulkürzel:	060700308	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Weigand		
9. Dozenten:	Weigand, Bernhard; Univ.-Prof. Dr.-Ing. Munz, Claus-Dieter; Univ.-Prof. Dr. Rohde, Christian; Univ.-Prof. Dr.		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermodynamik Grundlagen</li> <li>• Numerische Simulation</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können verschiedene Mehrphasenströmungen definieren und unterscheiden.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Berechnungsmethoden für Mehrphasenströmungen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene experimentelle Methoden zur Untersuchung von Mehrphasenströmungen.</li> <li>• Die Studierenden haben einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der Mehrphasenströmungen.</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Einführung in die aktuelle Forschung auf dem Gebiet der Mehrphasenströmungen (Experimentell, analytisch, numerisch)                  Beschreibung verschiedener Mehrphasenströmungen                  Vorträge zu ausgewählten Gebieten der Mehrphasenströmungen                  Diskussionen über den aktuellen Stand der Forschung</p>		
14. Literatur:	Fachbezogene Literatur zu Mehrphasenströmungen, z.B.: A.H. Lefebvre: Atomization and Sprays, Hemisphere Publishing Corporation, 1976. Clift, Grace and Weber: Bubbles, Drops, and Particles, 2005 Yeoh and Tu: Computational Techniques for Multiphase Flows, 2009		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 719101 Seminar zu Mehrphasenströmungen</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71911 Seminar zu Mehrphasenströmungen (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1 Vortrag 30min im Seminar		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Thermodynamik der Luft- und Raumfahrt		

## Modul: 71940 Additive Fertigungsverfahren

2. Modulkürzel:	060310107	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Joachim Greiner		
9. Dozenten:	Joachim Greiner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden sind in der Lage Modelle in der Sinter-Technologie zu bauen. Dabei lernen sie die Funktionsweise der Maschine kennen, sowie die Anforderungen an die CAD Datensätze und deren Bearbeitung. Es werden beim Erstellen der CAD-Daten Konstruktionsverfahren vermittelt, die speziell für die spätere Verwendung der Daten in einer Laser-Sinter-Maschine von Vorteil sind. Weiterhin wird auf die Bearbeitung von CAD Daten in unterschiedlichen Formaten genauer eingegangen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Funktionsweise Laser-Sinter-Anlage</li> <li>- Verarbeitung der CAD Daten</li> <li>- Bedienung der Maschine</li> <li>- Verfahrensweisen der Produktion</li> </ul>		
14. Literatur:	Unterlagen im ILIAS Begleitbuch: Entwicklung und Erprobung innovativer Produkte- Rapid Prototyping B.Bertsche Springer		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 719401 Vorlesung und Übung Additive Fertigungsverfahren		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	90 h (Präsenzzeit 28 h, Selbststudium 62 h)		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	71941 Additive Fertigungsverfahren (BSL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Flugzeugbau		

## Modul: 72790 Risiko, Robustheit und Resilienz für Bau- und Umweltingenieure

2. Modulkürzel:	021440001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Nowak		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Die Studierenden sollen Risiko, Robustheit und Resilienz von Systemen erfassen, analysieren und bewerten können. Die dafür möglichen Ansätze und Methoden aus verschiedenen Fachdisziplinen sollen Sie sachgerecht auswählen können. Darauf aufbauend sollen Sie grundlegende Maßnahmen zu Umgang mit Risiko und Strategien zur Erhöhung von Robustheit und Resilienz kennen und auf einfache Beispiele anwenden können.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen von Risiko, Robustheit, Resilienz, Vulnerabilität, Exposition</li> <li>• Methoden zur Erfassung, Analyse und Bewertung von Risiko, Robustheit und Resilienz</li> <li>• Maßnahmen und Strategien zur Reduktion von Risiko</li> <li>• Maßnahmen und Strategien zur Erhöhung von Robustheit und Resilienz</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus dem Bau- und Umweltingenieurwesen</li> </ul>		
14. Literatur:	Vortragsfolien aus den Lehrveranstaltungen (Seminar) Fekete, A., Grinda, C. und Norf, C. (2016). Resilienz in der Risiko- und Katastrophenforschung: Perspektiven für disziplinübergreifende Arbeitsfelder. In Multidisziplinäre Perspektiven der Resilienzforschung (pp. 215-231). Springer Fachmedien Wiesbaden.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 727901 Seminar Risiko, Robustheit und Resilienz für Bau- und Umweltingenieure		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit (2 SWS): 28h Selbststudium (Vorbereitung des eigenen Seminarvortrags): 62 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72791 Risiko, Robustheit und Resilienz für Bau- und Umweltingenieure (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Stochastische Simulation und Sicherheitsforschung für Hydrosysteme		

## Modul: 72940 Introduction to Neuromechanics

2. Modulkürzel:	021021043	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Oliver Röhrle		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics in Calculus		
12. Lernziele:	The students will acquire a basic understanding of neurophysiology and neuronal networks. The students will have specific knowledge in biosignal processing, especially of electrophysiological signals. The students will be able to independently use this gained knowledge to record and analyse data from multiple biological sources in order to develop strategies applicable to neurorehabilitation.		
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 729401 Vorlesung Einführung in die Neuromechanik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72941 Einführung in die Neuromechanik (BSL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Kontinuumsbiomechanik und Mechanobiologie		

## Modul: 73390 Computational Methods for Quantitative Finance

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	9 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	-	7. Sprache:	Englisch

8. Modulverantwortlicher: Univ.-Prof. Dr. Andrea Barth

9. Dozenten:

10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang: M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule  
M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule

11. Empfohlene Voraussetzungen: *p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.western:link { }a.cjk:link { }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }*  
*Grundkenntnisse in Wahrscheinlichkeitstheorie und Finanzmathematik*

12. Lernziele:

*p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.western:link { }a.cjk:link { }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }*

•

*Fähigkeit  
Finanzderivate numerisch zu bewerten*

•

*Kenntnis  
des besten Lösungsansatz zum Preisen von Derivaten*

•

*Fähigkeit  
selber numerische Verfahren für neue Derivate zu entwickeln*

13. Inhalt:	<p>p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.western:link { }a.cjk:link { }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Einführung in die Theorie von Black &amp; Scholes</i></li> <li>• <i>Einführung in die Theorie und Numerik parabolischer Differentialgleichungen</i></li> <li>• <i>Bewerten von verschiedenen Derivaten mit deterministischen Methoden (European, American, Barrier, Asian Option; Interest Rate Models; Baskets; Stochastic Volatility Models; Levy Models)</i></li> <li>• <i>Bewertung von verschiedenen Derivaten mit stochastischen Methoden (Monte Carlo Methoden, Richardson Extrapolation, Higher Order Schemes)</i></li> </ul>
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lamberton &amp; Lapeyre: Introduction to Stochastic Calculus applied to Finance, CRC Press, 1996</i></li> <li>• <i>Hilber, Reichmann, Schwab und Winter: Computational Methods for Quantitative Finance, Springer, 2013</i></li> <li>• <i>Glasserman: Monte Carlo Methods in Financial Engineering, Springer, 2003</i></li> <li>• eigenes Skript/Slides</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 733901 Computational Methods for Quantitative Finance, Vorlesung</li> <li>• 733902 Computational Methods for Quantitative Finance, Übung</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.western:link { }a.cjk:link { }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>73391 Computational Methods for Quantitative Finance (PL), , 30 Min., Gewichtung: 1</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	<p>p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.western:link { }a.cjk:link { }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }</p> <p><i>Slides, Tablet-Notes</i></p>
20. Angeboten von:	

## Modul: 77920 Deep Learning

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bin Yang		
9. Dozenten:	Bin Yang		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge about matrix computation, probability theory as well as basic knowledge about optimization as from the course "Advanced mathematics for signal and information processing" are highly recommended. Knowledge about general methods for pattern recognition as from the course "Detection and pattern recognition" is recommended.		
12. Lernziele:	<p>*) Learn the basic tasks and concepts of machine learning (density estimation, regression, classification, model, representation).</p> <p>*) Learn the differences between conventional (shallow) concepts of machine learning and deep learning.</p> <p>*) Learn the most basic deep architectures (DNN, auto-encoder, CNN, RBM, RNN) and issues of training (how to parametrize, initialize and optimize).</p> <p>*) Learn to understand and reduce a trained DNN (visualization, model reduction).</p> <p>*) Learn how to use Python for deep learning.</p>		
13. Inhalt:	<p>*) Important basics from statistics (Entropy, cross-entropy, KL-divergence, important inequalities). *) Tasks and concepts from machine learning (density estimation, regression, classification).</p> <p>*) The most basic deep architectures (DNN, auto-encoder, CNN, RBM, RNN). *) How to train a network and to perform inference. *) Concepts for visualization and reduction of a trained DNN. *) Basic introduction to Python and Theano *) Implementation of DNN, auto-encoder, CNN, RBM with examples</p>		
14. Literatur:	<p>*) Christopher M. Bishop, Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, 2006 *) Roger A. Horn and Charles R. Johnson, Matrix Analysis, Cambridge University Press, 1985 *) Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, 2016 *) Stefan Uhlich, Course Matrix Calculations in Signal Processing and Machine Learning *) William H. Press, Numerical Recipes in C (second edition), Cambridge University Press, 1992 *) Neal Parikh and Stephen Boyd, Proximal Algorithms</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 779201 Vorlesung Deep learning		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Total time: 90h Presence time: 28h Self study: 62h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	77921 Deep Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 Schriftlich (60min). Bei geringer Teilnehmerzahl ggf. mündlich. Das wird zum Beginn der Vorlesung bekanntgegeben.		

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Computer, beamer, video recording

---

20. Angeboten von: Netzwerk- und Systemtheorie

---

## Modul: 78900 Introduction to Modern Cryptography

2. Modulkürzel:	052900003	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters		
9. Dozenten:	Ralf Küsters		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Die Veranstaltung verlangt solide Kenntnisse in den Grundlagen der Mathematik wie sie in den ersten drei oder vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik/Mathematik vermittelt werden.</p> <p>Kenntnisse der Inhalte der Vorlesung <i>Grundlagen der Informationssicherheit</i> sind nützlich, aber keine zwingende Voraussetzung.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students will acquire an in-depth understanding of cryptography. They will be able to judge and assess the security of cryptographic constructions used in practice (encryption schemes, digital signatures, messages authentication codes, etc.) and will be able to read scientific papers on cryptography.</p>		
13. Inhalt:	<p>p { margin-bottom: 0.1in; direction: ltr; color: rgb(0, 0, 10); line-height: 120%; text-align: left; }p.western { font-family: "Calibri", serif; font-size: 11pt; }p.cjk { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }p.cjl { font-family: "Times New Roman"; font-size: 11pt; }a:link { color: rgb(0, 0, 255); }a.cjl:link { font-family: "Times New Roman"; }</p> <p>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life when we do, for example, online shopping and online banking, pay with credit or debit card, open doors with electronic keys, or when we use social networks, instant messengers, online games, WiFi, mobile networks, or electronic currencies. Here, cryptography is essential in order to guarantee various central security properties such as secrecy and integrity of messages as well as authenticity of the communication partners. This course provides an introduction to modern cryptography. In the traditional approach to cryptography, cryptographers proposed, for example, encryption algorithms, and then others, cryptanalysts, tried to break them. In modern cryptography, cryptographers try to prove that their cryptographic constructions are secure under certain assumptions, even when attacked by powerful adversaries. Hence, cryptography turned from pure art to science.</p> <p>The course covers several fundamental cryptographic primitives, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. These primitives are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.), used by billions of people every day. The course presents common cryptographic constructions as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA,</p>		

EIGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.

In the spirit of modern cryptography, we ask the following questions: What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we prove security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, we prove security or present attacks. This provides a deep understanding of the security/insecurity of the cryptography that surrounds us.

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ralf Küsters and Thomas Wilke. Moderne Kryptographie - Eine Einführung. Vieweg + Teubner, 2011.</li> <li>• Jonathan Katz and Yehuda Lindell. Introduction to Modern Cryptography - Second Edition. CRC Press 2015.</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 789001 Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Vorlesung und Übung zu Introduction to Modern Cryptography
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> <li>• 78901 Introduction to Modern Cryptography (PL), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1</li> </ul> <p>Unbenotete Studienleistung als Vorleistung (USL-V); ausreichende Punktzahl in den Übungen                  Prüfungsleistung (PL): Klausur (90 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung und Übung Introduction to Modern Cryptography</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---

## Modul: 79100 Deep Learning for Speech and Language Processing

2. Modulkürzel:	052400700	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr. Ngoc Thang Vu		
9. Dozenten:	Ngoc Thang Vu		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	statistics and machine learning		
12. Lernziele:	Students develop an in-depth understanding of state-of-the-art research in deep learning (DL) techniques and their applications for speech and language processing.		
13. Inhalt:	This module gives a thorough introduction to deep learning (DL) techniques and their applications for speech and language processing. It covers several fundamental topics about neural nets. Furthermore, different kinds of neural nets such as multilayer perceptron (MLP), convolution neural nets (CNN), recurrent neural nets (RNN) and long short-term memory (LSTM) RNNs will be discussed.		
14. Literatur:	will be announced in the lecture		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 791001 Vorlesung Deep Learning for Speech and Language Processing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 56h Selbststudium: 124h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	79101 Deep Learning for Speech and Language Processing Prüfung (PL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Computerlinguistik		

## Modul: 79250 Variational Methods in Structural Dynamics

2. Modulkürzel:	020300014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Bischoff		
9. Dozenten:	Anton Tkachuk		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Zusatzmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013, → Wahlmodule M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Zusatzmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Computational Mechanics of Structures		
12. Lernziele:	The students have an introduction to variational calculus, alternative finite element formulations and structural dynamics. The introduction to variational calculus contains basic definitions and methods, like Euler-Lagrange equations, canonical variational principles of elasticity and elasto-dynamics, which is necessary for derivation of weak forms for locking-free finite element formulations in statics and weak forms for dynamics. They are prepared for self dependent work on a scientific level. At the same time they have practical skills, particularly in view of basics of structural dynamics and modeling of transient phenomena. They have gained insight into aims and methods of scientific work in an international environment.		
13. Inhalt:	The course covers the basics of variational calculus, alternative finite element formulations and structural dynamics. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Functional, first variation, Euler-Lagrange equation</li> <li>• Lagrange multipliers method, Legendre transformation</li> <li>• Hu-Washizu, Hellinger-Reissner, least action and Hamilton principles</li> <li>• Hybrid-mixed and enhanced assumed strain finite element formulations. Reduced integration and stabilization</li> <li>• Dynamic equation of motion</li> <li>• Consistent and lumped mass matrices for continua and structures. Spectral finite element.</li> <li>• Eigenmodes and eigenfrequencies, their numerical computation</li> <li>• Newmark and central difference methods</li> <li>• Conditional stability and critical time step estimates</li> <li>• Discontinuous Galerkin methods</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I.M. Gel'fand, S.V. Fomin: Calculus of variations. Courier, 2000.</li> <li>• K. Washizu. Variational methods in elasticity and plasticity. Pergamon press, 1975.</li> <li>• O.C. Zienkiewicz, R.L. Taylor, and J.Z. Zhu: Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals. Elsevier, 2013.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 792501 Vorlesung Variational Methods in Structural Dynamics</li> <li>• 792502 Übung Variational Methods in Structural Dynamics</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 79251 Variational Methods in Structural Dynamics (PL), Schriftlich,  
Gewichtung: 1  
• V       Vorleistung (USL-V),  
Prerequisite: 3 approved, not graded assignments

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:                                       Baustatik und Baudynamik

---

## Modul: 79370 Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marc-André Keip		
9. Dozenten:	Marc-André Keip		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, → Wahlmodule		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	B.Sc. Degree in Civil Engineering, in Mechanical Engineering, in Mathematics, in Technical Mathematics or in related subject, as well as the knowledge of basic concepts in trigonometric functions and Fourier series. The knowledge of numerical analysis and Fourier transform are helpful for the study. Experience with MATLAB or Python is highly favorable.		
12. Lernziele:	The students can use the Discrete Fourier Transform (DFT) method, which is efficiently implemented as the FFT function in MATLAB (or Python), to solve a wide range of ordinary and partial differential equations. The focus is paid to how the application of the FFT-based solver to period boundary value problems in computational mechanics and wave equations. An extension of the FFT-based method to deal with non-periodic boundary value problems is also introduced.		
13. Inhalt:	<p>The goal of the lecture is to provide the students with a class of numerical tool with extremely high accuracy which can be easily implemented by the use of existing library in MATLAB (or Python). In doing so, the lectures will be splitted into two main parts:</p> <p>(i) Introduction of the spectral methods, their implementation, advantages and disadvantages as compared to finite difference method and finite element method, (ii) Application of the spectral method to a wide range of boundary value problems including the elliptic, parabolic and hyperbolic equations.</p> <p>Contents:</p> <p>(i) Differentiation matrices  (ii) Periodic grids: The DFT and FFT  (iii) Smoothness and spectral accuracy: an advantage of the spectral methods.  (iv) Polynomial interpolation and Chebyshev Differentiation Matrices  (v) Boundary value problems: first applications  (vi) Time-stepping for dynamics problems and stability regions</p> <p>Further applications in periodic homogenization for composites, functionally graded materials and water wave problems.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Notes on blackboard, further materials are handed out in an Ilias-group.</li> <li>• Lloyd N. Trefethen, Spectral Methods in Matlab</li> <li>• Bengt Fornberg, A Practical Guid to Pseudospectral Methods</li> <li>• Further reading such as publications are personally recommended during the lectures.</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 793701 Vorlesung Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics</li><li>• 793702 Übung Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Time of Attendance: 60h Self-study: 120h Summary: 180h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 79371 Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics Prüfung (BSL), , Gewichtung: 1</li><li>• 79372 Spectral Methods for Differential Equations in Computational Mechanics Prüfung (PL), , Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Blackboard and Computer Exercises.
20. Angeboten von:	Mechanik I

---

## Modul: 80070 Masterarbeit Simulation Technology

2. Modulkürzel:	021420020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	30 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Helmig		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Simulation Technology Eindhoven Incoming Double Degree, PO 972Eil2013, M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2016, M.Sc. Simulation Technology, PO 972-2013,		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfolgreicher Abschluss aller Pflichtveranstaltungen des Fachstudiums bis zum 3. Fachsemester		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden können in dem vorgesehenen Zeitraum von 6 Monaten eine umfangreiche und komplexe Aufgabe ziel- und ergebnisorientiert eigenständig bearbeitet.</p> <p>Sie haben sich eine wissenschaftliche Vorgehensweise angeeignet und diese konsequent in ihrer Arbeit eingesetzt. Sie können ausgehend von der Aufgabenstellung ein Konzept zur Problemlösung entwickeln, angemessene Methoden auswählen und anwenden, die relevanten Informationen und Daten erheben sowie kritisch auswerten. Sie formulieren die Begründung ihrer Ergebnisse klar und prägnant sowie unter Verwendung adäquater wissenschaftlicher Fachsprache in schriftlicher und mündlicher Form. Sie entwickeln eigenständig Schlussfolgerungen sowie weitere Empfehlungen und setzen ihre Arbeit in den Kontext des aktuellen Stands der Forschung.</p>		
13. Inhalt:	<p>Das Thema der Masterarbeit wird zu einem aktuellen Forschungsgebiet der Simulationstechnik gestellt. Die Aufgabenstellung wird so gewählt, dass sie eigenständige Forschung ermöglicht.</p> <p>Die Masterarbeit besteht aus der schriftlichen Arbeit sowie einem Kolloquium.</p> <p>Das Kolloquium beinhaltet einen 30-minütigen Vortrag über die Arbeit sowie eine anschließende nicht-öffentliche mündliche Befragung.</p> <p>Die Note der schriftlichen Arbeit sowie die Note des Kolloquiums gehen in die Gesamtnote der Masterarbeit ein.</p>		
14. Literatur:	Entsprechend dem Thema der Thesis.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Erstellen der Masterarbeit: 810 h Vorbereitung Kolloquium: 89 h Kolloquium inkl. mündl. Befragung: 1 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	80071 Masterarbeit Simulation Technology (PL), , Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Hydromechanik und Hydrosystemmodellierung

---