

**Modulhandbuch**  
**Studiengang Master of Science Computer Science**  
Prüfungsordnung: 979-2013

Wintersemester 2017/18  
Stand: 19. Oktober 2017

Universität Stuttgart  
Keplerstr. 7  
70174 Stuttgart

## Kontaktpersonen:

---

Studiendekan/in:	Univ.-Prof. Stefan Wagner Institut für Softwaretechnologie Tel.: 0711 / 685-88455 E-Mail: stefan.wagner@informatik.uni-stuttgart.de
Studiengangsmanager/in:	Dr. Katrin Schneider Zentrale Dienste Informatik Tel.: 0711 / 685 88520 E-Mail: katrin.schneider@informatik.uni-stuttgart.de Dr. Stefanie Anstein Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung Tel.: 0711 / 81387 E-Mail: stefanie.anstein@ims.uni-stuttgart.de
Prüfungsausschussvorsitzende/r:	Univ.-Prof. Marc Toussaint Institut für Parallele und Verteilte Systeme Tel.: 0711 685 88376 E-Mail: marc.toussaint@informatik.uni-stuttgart.de
Fachstudienberater/in:	Dr. Katrin Schneider Zentrale Dienste Informatik Tel.: 0711 / 685 88520 E-Mail: katrin.schneider@informatik.uni-stuttgart.de Dr. Stefanie Anstein Institut für Maschinelle Sprachverarbeitung Tel.: 0711 / 81387 E-Mail: stefanie.anstein@ims.uni-stuttgart.de
Stundenplanverantwortliche/r:	Apl. Prof. Ulrich Hertrampf Institut für Formale Methoden der Informatik Tel.: 7816-344 E-Mail: ulrich.hertrampf@f05.uni-stuttgart.de

# Inhaltsverzeichnis

<b>Präambel .....</b>	<b>9</b>
<b>Qualifikationsziele .....</b>	<b>10</b>
<b>100 Study Profiles .....</b>	<b>11</b>
110 Visual Computing .....	12
111 Compulsory .....	13
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing .....	14
48460 Advanced Seminar Computer Science .....	16
112 Core .....	17
29430 Computer Vision .....	18
29440 Geometric Modeling and Computer Animation .....	20
29500 Visual Computing .....	22
29690 Real-Time Video Processing I .....	24
48500 Image Synthesis .....	25
48570 Practical Course Visual Computing .....	27
48620 Scientific Visualization .....	28
55630 Information Visualization and Visual Analytics .....	30
55640 Correspondence Problems in Computer Vision .....	32
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	34
68720 Human-Computer Interaction .....	35
113 Extended .....	37
10120 Modellbildung und Simulation .....	38
29430 Computer Vision .....	40
29440 Geometric Modeling and Computer Animation .....	42
29470 Machine Learning .....	44
29500 Visual Computing .....	46
29690 Real-Time Video Processing I .....	48
48500 Image Synthesis .....	49
48570 Practical Course Visual Computing .....	51
48580 Reinforcement Learning .....	52
48600 Robotics I .....	54
48620 Scientific Visualization .....	56
48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering .....	58
55630 Information Visualization and Visual Analytics .....	59
55640 Correspondence Problems in Computer Vision .....	61
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	63
68720 Human-Computer Interaction .....	64
114 Breadth .....	66
10080 Datenbanken und Informationssysteme .....	67
10250 Parallele Systeme .....	69
14380 Hardware Verification and Quality Assessment .....	70
29480 Loose Coupling and Message Based Applications .....	72
29510 Service Computing .....	74
29580 Data Compression .....	76
29590 Digitale Systeme .....	77
29600 Digital System Design II .....	79
29610 Hardware Based Fault Tolerance .....	80
29640 Mikrocontroller .....	82
29680 Real-Time Programming .....	84
29710 Embedded Systems Engineering .....	86
29720 Mobile Computing .....	87
29730 Modelling, Simulation, and Specification .....	89

39250 Distributed Systems I .....	91
40680 Optimization .....	93
42900 Business Process Management .....	95
42910 Advanced Business Process Management .....	97
42920 Hardware-Software-Codesign .....	99
45730 Distributed Systems II .....	100
46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation .....	101
48480 Data Engineering .....	103
48540 Practical Course Embedded Image Processing .....	105
48550 Practical Course Information Systems .....	106
48560 Practical Course Robotics .....	107
48610 Robotics II .....	108
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems .....	110
51720 IT-Strategy .....	112
55600 Advanced Information Management .....	114
55610 Information Integration .....	116
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP .....	118
55740 Advanced Service Computing .....	120
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems .....	122
71740 System and Web Security .....	123
71760 Security and Privacy .....	125
78900 Einführung in die Moderne Kryptographie .....	127
120 Autonomous Systems in Computer Science .....	129
121 Compulsory .....	130
48460 Advanced Seminar Computer Science .....	131
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems .....	132
122 Core .....	134
29430 Computer Vision .....	135
29470 Machine Learning .....	137
29590 Digitale Systeme .....	139
29690 Real-Time Video Processing I .....	141
29710 Embedded Systems Engineering .....	142
39250 Distributed Systems I .....	143
48580 Reinforcement Learning .....	145
48600 Robotics I .....	147
123 Extended .....	149
10250 Parallele Systeme .....	150
29430 Computer Vision .....	151
29470 Machine Learning .....	153
29580 Data Compression .....	155
29610 Hardware Based Fault Tolerance .....	156
29690 Real-Time Video Processing I .....	158
29710 Embedded Systems Engineering .....	159
29720 Mobile Computing .....	160
39250 Distributed Systems I .....	162
45730 Distributed Systems II .....	164
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing .....	165
48540 Practical Course Embedded Image Processing .....	167
48560 Practical Course Robotics .....	168
48580 Reinforcement Learning .....	169
48600 Robotics I .....	171
48610 Robotics II .....	173
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	175
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems .....	176
68720 Human-Computer Interaction .....	177
78900 Einführung in die Moderne Kryptographie .....	179
124 Breadth .....	181
10080 Datenbanken und Informationssysteme .....	182

10120	Modellbildung und Simulation .....	184
14380	Hardware Verification and Quality Assessment .....	186
29440	Geometric Modeling and Computer Animation .....	188
29480	Loose Coupling and Message Based Applications .....	190
29500	Visual Computing .....	192
29510	Service Computing .....	194
29600	Digital System Design II .....	196
29640	Mikrocontroller .....	197
29680	Real-Time Programming .....	199
29730	Modelling, Simulation, and Specification .....	201
40680	Optimization .....	203
42900	Business Process Management .....	205
42910	Advanced Business Process Management .....	207
42920	Hardware-Software-Codesign .....	209
46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation .....	210
48480	Data Engineering .....	212
48500	Image Synthesis .....	214
48550	Practical Course Information Systems .....	216
48570	Practical Course Visual Computing .....	217
48620	Scientific Visualization .....	218
48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering .....	220
51720	IT-Strategy .....	221
55600	Advanced Information Management .....	223
55610	Information Integration .....	225
55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP .....	227
55630	Information Visualization and Visual Analytics .....	229
55640	Correspondence Problems in Computer Vision .....	231
55740	Advanced Service Computing .....	233
71740	System and Web Security .....	235
71760	Security and Privacy .....	237
78900	Einführung in die Moderne Kryptographie .....	239
130	Service Technology and Engineering .....	241
131	Compulsory .....	242
48460	Advanced Seminar Computer Science .....	243
48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering .....	244
132	Core .....	245
29480	Loose Coupling and Message Based Applications .....	246
29510	Service Computing .....	248
42900	Business Process Management .....	250
42910	Advanced Business Process Management .....	252
48480	Data Engineering .....	254
55600	Advanced Information Management .....	256
55610	Information Integration .....	258
55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP .....	260
55740	Advanced Service Computing .....	262
133	Extended .....	264
10080	Datenbanken und Informationssysteme .....	265
22010	IT Service Management .....	267
29480	Loose Coupling and Message Based Applications .....	268
29510	Service Computing .....	270
42900	Business Process Management .....	272
42910	Advanced Business Process Management .....	274
46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation .....	276
48480	Data Engineering .....	278
48550	Practical Course Information Systems .....	280
55600	Advanced Information Management .....	281
55610	Information Integration .....	283
55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP .....	285

55740 Advanced Service Computing .....	287
72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien .....	289
134 Breadth .....	291
10120 Modellbildung und Simulation .....	292
10250 Parallele Systeme .....	294
14380 Hardware Verification and Quality Assessment .....	295
29430 Computer Vision .....	297
29440 Geometric Modeling and Computer Animation .....	299
29470 Machine Learning .....	301
29500 Visual Computing .....	303
29580 Data Compression .....	305
29590 Digitale Systeme .....	306
29600 Digital System Design II .....	308
29610 Hardware Based Fault Tolerance .....	309
29640 Mikrocontroller .....	311
29680 Real-Time Programming .....	313
29690 Real-Time Video Processing I .....	315
29710 Embedded Systems Engineering .....	316
29720 Mobile Computing .....	317
29730 Modelling, Simulation, and Specification .....	319
39250 Distributed Systems I .....	321
40680 Optimization .....	323
42920 Hardware-Software-Codesign .....	325
45730 Distributed Systems II .....	326
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing .....	327
48500 Image Synthesis .....	329
48540 Practical Course Embedded Image Processing .....	331
48560 Practical Course Robotics .....	332
48570 Practical Course Visual Computing .....	333
48580 Reinforcement Learning .....	334
48600 Robotics I .....	336
48610 Robotics II .....	338
48620 Scientific Visualization .....	340
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems .....	342
51720 IT-Strategy .....	344
55630 Information Visualization and Visual Analytics .....	346
55640 Correspondence Problems in Computer Vision .....	348
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	350
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems .....	351
68720 Human-Computer Interaction .....	352
71740 System and Web Security .....	354
71760 Security and Privacy .....	356
78900 Einführung in die Moderne Kryptographie .....	358
78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems .....	360
<b>200 Elective .....</b>	<b>361</b>
10080 Datenbanken und Informationssysteme .....	363
10120 Modellbildung und Simulation .....	365
10250 Parallele Systeme .....	367
14380 Hardware Verification and Quality Assessment .....	368
210 Bachelor Modules .....	370
22010 IT Service Management .....	371
22190 Detection and Pattern Recognition .....	372
24900 Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung .....	374
29430 Computer Vision .....	376
29440 Geometric Modeling and Computer Animation .....	378
29470 Machine Learning .....	380

29480 Loose Coupling and Message Based Applications .....	382
29500 Visual Computing .....	384
29510 Service Computing .....	386
29570 Computer Interface Technologien .....	388
29580 Data Compression .....	389
29590 Digitale Systeme .....	390
29600 Digital System Design II .....	392
29610 Hardware Based Fault Tolerance .....	393
29640 Mikrocontroller .....	395
29650 Parallele Programmierung .....	397
29670 Rapid Prototyping .....	398
29680 Real-Time Programming .....	399
29690 Real-Time Video Processing I .....	401
29700 Real-Time Video Processing II .....	402
29710 Embedded Systems Engineering .....	403
29720 Mobile Computing .....	404
29730 Modelling, Simulation, and Specification .....	406
29740 Fachpraktikum Eingebettete Systeme .....	408
29750 Fachpraktikum Rechnerarchitektur .....	409
39250 Distributed Systems I .....	410
40680 Optimization .....	412
42900 Business Process Management .....	414
42910 Advanced Business Process Management .....	416
42920 Hardware-Software-Codesign .....	418
45730 Distributed Systems II .....	419
45750 Fachpraktikum Verteilte Systeme .....	420
46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation .....	421
46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing .....	423
48480 Data Engineering .....	425
48500 Image Synthesis .....	427
48540 Practical Course Embedded Image Processing .....	429
48550 Practical Course Information Systems .....	430
48560 Practical Course Robotics .....	431
48570 Practical Course Visual Computing .....	432
48580 Reinforcement Learning .....	433
48590 Research Project .....	435
48600 Robotics I .....	436
48610 Robotics II .....	438
48620 Scientific Visualization .....	440
48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems .....	442
48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering .....	444
51720 IT-Strategy .....	445
55600 Advanced Information Management .....	447
55610 Information Integration .....	449
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP .....	451
55630 Information Visualization and Visual Analytics .....	453
55640 Correspondence Problems in Computer Vision .....	455
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers .....	457
55740 Advanced Service Computing .....	458
56470 Software Engineering for Real-Time Systems .....	460
56500 Laboratory Course High Performance Programming with Graphics Cards .....	461
56980 Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management .....	462
58440 Fachpraktikum: Algorithmik .....	463
59630 Infrastructure Technologies for Large Scale Service-Oriented Systems .....	464
60120 Fachpraktikum Interaktive Systeme .....	465
60140 Sprachbau mit Language Workbenches .....	466
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems .....	467
68720 Human-Computer Interaction .....	468

71740 System and Web Security .....	470
71760 Security and Privacy .....	472
72240 Model-Driven Software Development .....	474
72250 Fachpraktikum Informationssicherheit .....	475
72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien .....	476
78900 Einführung in die Moderne Kryptographie .....	478
78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems .....	480
79170 Electronic Design Automation .....	481
<b>81150 Masterarbeit Computer Science .....</b>	<b>483</b>



## Präambel

The Master program Computer Science is one of the English study programs offered by the University of Stuttgart. It covers various scientific fields such as robotics, visual computing, service technology and engineering, database systems, and parallel as well as distributed systems. As Stuttgart is located right in the heart of the leading technology region in Europe, many well-known companies have their world or European headquarters here. Furthermore, research and development laboratories of international companies are located in Stuttgart. With these strong connections the University of Stuttgart offers excellent research and working environments with great job opportunities in industry as well as academia for talented and motivated students.

## Qualifikationsziele

The students have to decide on one of the offered majors. The three majors differ in their focus with respect to Computer Science. "Autonomous Systems" combines courses in machine learning, artificial intelligence, decision making and robotics with sensors and actuators, hardware and software systems as well as parallel and distributed computing resources. "Service Technology and Engineering" aims to provide the scientific and technological foundations of services, to train people in the design and maintenance of service-oriented platforms and solutions. This major targets application domains such as mobility, communication, and product and production design. "Visual Computing" covers the entire visual computing pipeline by offering various lectures in the field of video processing, computer graphics, visualization, human machine interaction, and optimization. In the first year, the students attend the compulsory modules, and select a predefined number of modules from the core, the extended, and the breadth catalog, respectively. The core catalog imparts a more extensive understanding and knowledge of the field of the major. The extended modules are courses to support the core modules with focused in-depth knowledge. The breadth catalog is offered to broaden the education in computer science in general. The third semester offers high flexibility as here electives can also be chosen from related Master programs, or the students can spend the semester abroad e.g. via the Erasmus Program. The fourth semester is reserved for the Master Thesis.

## 100 Study Profiles

---

Zugeordnete Module:	110	Visual Computing
	120	Autonomous Systems in Computer Science
	130	Service Technology and Engineering

---

## 110 Visual Computing

---

Zugeordnete Module:	111	Compulsory
	112	Core
	113	Extended
	114	Breadth

---

## 111 Compulsory

---

Zugeordnete Module:   46760 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing  
                          48460 Advanced Seminar Computer Science

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>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.</p>		
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> <li>• S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004</li> <li>• A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999</li> <li>• J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008</li> </ul> <p>Optional German literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005</li> <li>• H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005</li> <li>• H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004</li> <li>• H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006</li> <li>• M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009</li> <li>• J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
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>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visualisierung

## Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.		
13. Inhalt:	reading scientific literature & present the contents to an audience		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1</p> <p>[48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu einem Thema und schriftliche Ausarbeitung</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik		



## 112 Core

---

Zugeordnete Module:	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29500	Visual Computing
	29690	Real-Time Video Processing I
	48500	Image Synthesis
	48570	Practical Course Visual Computing
	48620	Scientific Visualization
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	68720	Human-Computer Interaction

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</p> <p>- Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		

- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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 paths</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, subdivision 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> </ul>		

- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators
  - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierarchies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact
  - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets
  - 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:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

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: 29500 Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Fuchs		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 051900002 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know theoretical foundations for visual computing and acquired practical expertise in its core techniques. They are able to acquire scenes with digital cameras, can model their behavior and create content for non-2D displays and camera-projector systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class is concerned with the digital processing of visual information by means of computer vision, computer graphics and image processing. It covers the following three interlocking topic complexes:</p> <p>Image processing:          mathematical basics of image representations          noise models and noise suppression (including morphological, bilateral, and non-local filters)          selected topics from discrete image processing on image regions (e.g. photo montage with graph cuts, texture synthesis and space-time video completion)</p> <p>Measuring / displaying light:          selected topics from simple optics (esp. thin lenses and their interactions with light)          geometric camera models and calibration, typical optical distortions and means to counter them          radiometric camera calibration and HDR imaging          measuring and displaying color          plenoptic imaging / integral photography techniques, light field rendering and light field displays          passive stereo          Combined camera / illumination systems          camera - illumination systems and photometric stereo          active stereo and projector-camera systems          the light transport matrix, its measurement and applications</p> <p>Throughout, the class equally covers both acquisition (camera) and displays systems.</p>		

14. Literatur:	Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995 J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990 Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005 Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295001 Vorlesung mit Übungen Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29501 Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen 30 Min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

## Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		



## Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering.</p> <p>Specifically, the class covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL</li> <li>• textures and procedural models</li> <li>• shading and shadow computations in rasterization pipelines</li> <li>• scene graphs, culling and level-of-detail approaches</li> <li>• physically based rendering and photo-realistic image synthesis</li> <li>• local shading and material models, especially the BRDF</li> <li>• the rendering equation</li> <li>• ray tracing and Monte-Carlo approaches</li> <li>• global illumination simulation (especially by means of radiosity, distribution ray tracing and path tracing)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995.</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990.</li> <li>• M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485001 Lecture Image Synthesis
- 485002 Exercise Image Synthesis

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min.,  
Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich  
[48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min.,  
Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V ), schriftlich  
oder mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Visual Computing

---

## Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics		
12. Lernziele:	<p>During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL</li> <li>• Qt-Framework</li> <li>• Raytracing</li> <li>• Volume Rendering</li> <li>• Independent Project</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999</li> <li>• Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly, 1999</li> <li>• An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989</li> <li>• Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 485701 Lab Practical Course Visual Computing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)		

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> <li>• 486202 Exercise Scientific Visualization</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
  - 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>Topics covered in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perception and Cognition</li> <li>- Graphs and Networks</li> <li>- Hierarchies and Trees</li> <li>- Multi-dimensional and high-dimensional data visualization</li> <li>- Time series visualization</li> <li>- Visual Analytics</li> <li>- Software Visualization</li> <li>- Geospatial visualization</li> </ul>		
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:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 

- 55631 Information Visualization and Visual Analytics (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich  
Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>- Modul 10170 Imaging Science</li> <li>- Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.</p> <p>The student has knowledge on the different correspondence problems in computer vision, is able to develop mathematical models for solution strategies and implement the corresponding algorithms in an appropriate way.</p>		
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 Fundamentalmatrix</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> <li>•Basic Approaches: Block Matching, Occlusion Detection, Interest Points, Feature Matching</li> <li>•Optic Flow: Local and Global Differential Methods, Parametrisation Models, Constancy Assumptions, Data and Smoothness Terms, Numerics, Large Displacements, High Accuracy Methods</li> <li>•Stereo Matching: Projective Geometry, Epipolar Geometry, Estimation of the Fundamental Matrix</li> <li>•Scene</li> </ul>		



Flow: Joint Estimation of Structure, Motion, and Geometry •Medical Image Registration: Mutual Informaion, Elastic and Curvature-Based Regularisation, Landmarks •Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisation, Incompressible Navier Stokes Prior

---

14. Literatur:	- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. - J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. - A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 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
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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
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:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

## 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>051520005 Programmierung und Software-Entwicklung</p> <p>051200005 Systemkonzepte und -programmierung</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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> </ul>		

- Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen
  - Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
- 

14. Literatur:

Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004  
Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005  
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:

Präsenzzeit:  
56 h  
Selbststudiums- / Nachbearbeitungszeit:  
124 h  
Summe:  
180 h

---

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:

Visualisierung und Interaktive Systeme

---

## 113 Extended

---

Zugeordnete Module:	10120	Modellbildung und Simulation
	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29470	Machine Learning
	29500	Visual Computing
	29690	Real-Time Video Processing I
	48500	Image Synthesis
	48570	Practical Course Visual Computing
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48620	Scientific Visualization
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	68720	Human-Computer Interaction

---

## 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:	Jun.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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.</p>		
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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker          - Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		



- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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 paths</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, subdivision 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> </ul>		

- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators
  - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact
  - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets
  - 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 Recipies
  - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p>		
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:	<p>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).</p> <p>This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is:</p> <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> </ul>		

- representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)
- graphical models
- inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)
- learning in graphical models
- structure learning and model selection
- relational learning

Please also refer to the course web page: <http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/mlr/marc/teaching/13-MachineLearning/>

---

14. Literatur:	<p>[1] <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i> by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <a href="http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/">http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/</a> (recommended: read introductory chapter)</p> <p>[2] <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i> by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <a href="http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/">http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/</a> (especially chapter 8, which is fully online)</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 294701 Lecture Machine Learning</li><li>• 294702 Exercise Machine Learning</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li><li>• 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

---

## Modul: 29500 Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Fuchs		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 051900002 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know theoretical foundations for visual computing and acquired practical expertise in its core techniques. They are able to acquire scenes with digital cameras, can model their behavior and create content for non-2D displays and camera-projector systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class is concerned with the digital processing of visual information by means of computer vision, computer graphics and image processing. It covers the following three interlocking topic complexes:</p> <p>Image processing:          mathematical basics of image representations          noise models and noise suppression (including morphological, bilateral, and non-local filters)          selected topics from discrete image processing on image regions (e.g. photo montage with graph cuts, texture synthesis and space-time video completion)</p> <p>Measuring / displaying light:          selected topics from simple optics (esp. thin lenses and their interactions with light)          geometric camera models and calibration, typical optical distortions and means to counter them          radiometric camera calibration and HDR imaging          measuring and displaying color          plenoptic imaging / integral photography techniques, light field rendering and light field displays          passive stereo          Combined camera / illumination systems          camera - illumination systems and photometric stereo          active stereo and projector-camera systems          the light transport matrix, its measurement and applications</p> <p>Throughout, the class equally covers both acquisition (camera) and displays systems.</p>		

14. Literatur:	Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995 J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990 Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005 Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295001 Vorlesung mit Übungen Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29501 Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen 30 Min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

## Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		



## Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering.</p> <p>Specifically, the class covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL</li> <li>• textures and procedural models</li> <li>• shading and shadow computations in rasterization pipelines</li> <li>• scene graphs, culling and level-of-detail approaches</li> <li>• physically based rendering and photo-realistic image synthesis</li> <li>• local shading and material models, especially the BRDF</li> <li>• the rendering equation</li> <li>• ray tracing and Monte-Carlo approaches</li> <li>• global illumination simulation (especially by means of radiosity, distribution ray tracing and path tracing)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995.</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990.</li> <li>• M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485001 Lecture Image Synthesis
- 485002 Exercise Image Synthesis

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V ), schriftlich oder mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Visual Computing

---

## Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics		
12. Lernziele:	<p>During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL</li> <li>• Qt-Framework</li> <li>• Raytracing</li> <li>• Volume Rendering</li> <li>• Independent Project</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999</li> <li>• Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly, 1999</li> <li>• An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989</li> <li>• Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 485701 Lab Practical Course Visual Computing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)		

## Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.		
13. Inhalt:	<p>Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's information gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle</li> <li>• relations to stochastic optimal control theory</li> <li>• basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc)</li> <li>• model-based RL methods</li> <li>• theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max)</li> <li>• relational RL</li> <li>• inverse RL, learning from demonstration and instruction</li> <li>• information theoretic formulations of RL</li> <li>• modern policy search methods (and applications in robotics)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely available online.</li> </ul>		

- (For robotics application) S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006.
- (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely available online.
- S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. <http://planning.cs.uiuc.edu/>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485801 Lecture Reinforcement Learning
- 485802 Exercise Reinforcement Learning

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48581 Reinforcement Learning (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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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>• 486002 Exercise Robotics I</li> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Autonome Systeme

---

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> <li>• 486202 Exercise Scientific Visualization</li> </ul>		



16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Stefan Funke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge on algorithms and data structures		
12. Lernziele:	The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on discrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.		
13. Inhalt:	Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> <li>• 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>Topics covered in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perception and Cognition</li> <li>- Graphs and Networks</li> <li>- Hierarchies and Trees</li> <li>- Multi-dimensional and high-dimensional data visualization</li> <li>- Time series visualization</li> <li>- Visual Analytics</li> <li>- Software Visualization</li> <li>- Geospatial visualization</li> </ul>		
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:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>		



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>- Modul 10170 Imaging Science</li> <li>- Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.</p> <p>The student has knowledge on the different correspondence problems in computer vision, is able to develop mathematical models for solution strategies and implement the corresponding algorithms in an appropriate way.</p>		
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> <li>•Basic Approaches: Block Matching, Occlusion Detection, Interest Points, Feature Matching</li> <li>•Optic Flow: Local and Global Differential Methods, Parametrisation Models, Constancy Assumptions, Data and Smootness Terms, Numerics, Large Displacements, High Accuracy Methods</li> <li>•Sterep Matching: Projective Geometry, Epipolar Geometry, Estimation of the Fundamental Matrix</li> <li>•Scene</li> </ul>		

Flow: Joint Estimation of Structure, Motion, and Geometry •Medical Image Registration: Mutual Informaion, Elastic and Curvature-Based Regularisation, Landmarks •Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisation, Incompressible Navier Stokes Prior

---

14. Literatur:	- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. - J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. - A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 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
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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
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:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

## 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>051520005 Programmierung und Software-Entwicklung</p> <p>051200005 Systemkonzepte und -programmierung</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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> </ul>		



- Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen
  - Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
- 

14. Literatur:

Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004  
Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005  
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:

Präsenzzeit:  
56 h  
Selbststudiums- / Nachbearbeitungszeit:  
124 h  
Summe:  
180 h

---

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:

Visualisierung und Interaktive Systeme

---

## 114 Breadth

---

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10250	Parallele Systeme
	14380	Hardware Verification and Quality Assessment
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	29580	Data Compression
	29590	Digitale Systeme
	29600	Digital System Design II
	29610	Hardware Based Fault Tolerance
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	39250	Distributed Systems I
	40680	Optimization
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	42920	Hardware-Software-Codesign
	45730	Distributed Systems II
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48550	Practical Course Information Systems
	48560	Practical Course Robotics
	48610	Robotics II
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
	51720	IT-Strategy
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Einführung in die Moderne Kryptographie

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder Gleichwertiges		
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
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 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: 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. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
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>• 102501 Vorlesung Parallele Systeme</li> <li>• 102502 Übung Parallele Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 14380 Hardware Verification and Quality Assessment

2. Modulkürzel:	051700020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Hans-Joachim Wunderlich Michael Kochte Laura Rodriguez Gomez		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10310 Rechnerorganisation oder - Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur		
12. Lernziele:	Basic knowledge of methodologies and algorithms of functional and formal verification, diagnosis, test and design for testability of integrated circuits		
13. Inhalt:	Complex integrated circuits and systems are hardly designed fault free at first go. Also during production defects and an imperfect yield have to be expected. The course deals with the basic techniques to find and locate faults and defects in the design and in the manufactured, integrated system. The discussed methods are applied with the help of commercial and academic tools in exercises and labs. The course comprises: - Validation: Simulation and emulation in different design levels. - Formal verification: Equivalence checking and model checking. - Test: Fault simulation and test generation. - Debug and diagnosis.		
14. Literatur:	- G. D. Hachtel, F. Somenzi: Logic Synthesis and Verification Algorithms, 2006. - K. L. McMillan: Symbolic Model Checking, 1993. - L.-T. Wang, C.-W. Wu, X. Wen: VLSI Test Principles and Architectures - Design for Testability, 2006. - M. L. Bushnell, V. D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, 2005. - R. Drechsler, B. Becker: Graphenbasierte Funktionsdarstellung, 2000. - S. Hassoun, T. Sasao: Logic Synthesis and Verification, 2002. - S. Minato: Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD, 1996. - T. Kropf: Introduction to Formal Hardware Verification, 1999.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 143801 Vorlesung Hardware Verification and Quality Assessment		

- 143802 Übung Hardware Verification and Quality Assessment
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 14381 Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[14381] Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Rechnerarchitektur

---

## Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010003	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messaging to solve (enterprise) application integration problems are understood.</p>		
13. Inhalt:	<p>Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patterns will be presented, the composability of these patterns will be explained.</p>		
14. Literatur:	<p>G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003.</p> <p>M. Hapner et al: Java Messaging Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.</p>		



15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (30 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

## Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010004	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP.</p> <p>The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.</p>		
14. Literatur:	<p>S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005</p>		

G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004  
E. Wilde: "World Wide Web", Springer 1999  
M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008  
N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007  
Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008  
D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilly 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
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 • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
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: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.		
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Board und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc.</li> <li>• Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme</li> <li>• Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten</li> <li>• Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects</li> <li>• Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h</p> <p>Eigenstudiumstunden: 138 h</p> <p>Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Parallele Systeme

---

## Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This lectures requires the knowledge of "System Design I".          Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.</p>		
12. Lernziele:	<p>The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of a case study of a digital system</li> <li>• Simulatable specification of the system</li> <li>• Architecture for Implementation using FPGAs'</li> <li>• Design and design tools for board integration</li> <li>• Implementation of a digital system</li> <li>• Verification of a digital system</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1          29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29610 Hardware Based Fault Tolerance

2. Modulkürzel:	051710023	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Michael Kochte Hans-Joachim Wunderlich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur / Advanced Processor Architecture</li> <li>- Modul 10310 Rechnerorganisation</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of methods for reliability assessment of circuits and systems</li> <li>- Knowledge of the main techniques for implementing fault tolerance</li> <li>- Knowledge how to design fault tolerant circuits and systems</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Micro- and Nano-electronic systems can exhibit failures both right after production and during their operation. Systems for which safety and security is of concern have to be designed in a way that the desired function can be delivered even if some components fail or produce erroneous outputs. This lecture presents the most important design techniques that allow to tolerate hardware faults up to a certain degree. The topics of the lecture are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminology</li> <li>- Measures of fault tolerance</li> <li>- Techniques for structural and time redundancy</li> <li>- Error detection and diagnosis</li> <li>- Fault masking, repair, reconfiguration</li> <li>- Fault-tolerant distributed systems</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Apart from lecture slides, the following books can be used to deepen on the topics of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Koren and C. M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan-Kaufman (2007).</li> <li>- P. K. Lala: Self-Checking and Fault-Tolerant Digital Design, Morgan-Kaufmann Publishers (2001).</li> <li>- D.K. Pradhan: Fault-Tolerant Computer Design, Prentice Hall (1996).</li> <li>- R.N. Rao and E. Fujiwara: Error Control Coding for Computer Systems, Prentice Hall (1989).</li> <li>- M.L. Bushnell and V.D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, Klumer Academic Publishers (2000).</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296101 Vorlesung Hardware Based Fault Tolerance</li> </ul>		



- 296102 Übung Hardware Based Fault Tolerance
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

29611 Hardware Based Fault Tolerance (PL), Schriftlich oder  
Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[29611] Hardware Based Fault Tolerance (PL), schriftlich oder  
mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Laptop presentation

---

20. Angeboten von:

Rechnerarchitektur

---

## Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects.</p> <p>Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures.</p> <p>Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers</p> <p>Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrocontrollern und kennen klassische Architekturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Übersicht</li> <li>• Mikrocontroller-Architekturen</li> <li>• Einsatzgebiete von Mikrocontrollern</li> <li>• Befehlssatz klassischer Microcontroller</li> <li>• Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern</li> <li>• C-Programmierung von Mikrocontrollern</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a single chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),</p>		

consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc.

Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers.

Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1\$.

Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikroprozessoren.

Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.).

Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar.

Aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009</li> </ul> <p style="text-align: center;">More literature is named in the lecture</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden                  Selbststudium: 138 Stunden  <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min.,                  Gewichtung: 1</p> <p>Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
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:	• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming		
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: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to embedded systems and their design constraints</p> <p>2. Synthesis models and algorithms</p> <p>3. System level synthesis</p> <p>4. High level synthesis</p> <p>5. Pipelined data path and controller design</p> <p>6. Software task scheduling and schedulability analysis</p> <p>7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment</p> <p>8. Communication architectures for embedded systems</p>		
14. Literatur:	<p>- Skript „Embedded Systems Engineering</p> <p>- G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005.</p> <p>- P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998.</p> <p>- P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering</li> <li>• 297102 Übung Embedded Systems Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze		
12. Lernziele:	<p>The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.</p>		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of wireless data transmission</li> <li>2. Media access for wireless networks</li> <li>3. Location Management</li> <li>4. Wireless Wide Area Networks</li> <li>5. Wireless networks (local/personal)</li> <li>6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration</li> <li>7. Mobility in IP-networks</li> <li>8. Transport layer protocols for mobile systems</li> <li>9. Location of services</li> <li>10. Mobile data access</li> <li>11. Introduction</li> <li>12. Wireless data transmission</li> <li>13. Location Management</li> <li>14. Wireless</li> <li>15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS</li> <li>16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth</li> <li>17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management</li> <li>18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP</li> <li>19. Transport layers for mobile systems</li> </ol>		

20. Location of services : Problem, JINI, UpnP  
21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997</li><li>• James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998</li><li>• Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000</li><li>• Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002</li><li>• Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000</li><li>• Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

---



## Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.		
13. Inhalt:	<p>Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchical concurrent state machine models,</li> <li>• Kahn process networks, synchronous data flow networks,</li> <li>• specification of timing, concurrency, and non-functional aspects,</li> <li>• object-oriented modeling of embedded systems,</li> <li>• event-driven simulation with the example of the SystemC library,</li> <li>• modeling levels with emphasis on transaction level modeling.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification".</li> <li>• Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency and Time in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004.</li> <li>• Black, D., Donovan, D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer Academic Publishers, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification</li> <li>• 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (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:

Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

---

## Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung und Software-Entwicklung</li> <li>- Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>- Systemkonzepte und -programmierung</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>The Students will gain an understanding of the basic characteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to distributed systems 2. System models 3. Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4. Naming: Generating and Resolution 5. Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchronization of clocks 6. Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7. Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8. Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9. Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10. Multicast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms</p>		
14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 392502 Übungen Verteilte Systeme</li> <li>• 392501 Vorlesung Verteilte Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verteilte Systeme

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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> </ul>		

- 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS
  - blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
- 

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: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010006	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	611 Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4,0 SWS		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historical Development of the Workflow Technology</li> <li>2. Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...)</li> <li>3. Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...)</li> <li>4. Flow Languages (FDL, BPEL)</li> <li>5. Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics)</li> <li>6. Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation)</li> <li>7. Two-level programming paradigm</li> <li>8. Transactional support in workflows</li> </ol>		
14. Literatur:	<p>F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
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: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	052010006 - Business Process Management		
12. Lernziele:	<p>Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.</p>		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert.</p> <p>Human Task Management          Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...)          Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch)          Process Monitoring          Process Mining          Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...)          Verdrahten von Komponenten (Global Models,...)          Anwendungsbereiche (Manufacturing, Compliance,...)          Prozessadaption und -flexibilität</p>		
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden          Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 42911 Advanced 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: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse		
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.		
13. Inhalt:	<p>This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures</p>		
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign</li> <li>• 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I		
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is depend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.		
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen</li> <li>• 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>[45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme		

## Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052000111	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:	Kristof Klöckner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Business Process Management		
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.		
13. Inhalt:	<p>Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it.</p> <p>We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud.</p> <p>Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy.</p> <p>Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings.</p> <p>The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.</p>		
14. Literatur:	To be announced in the lecture.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> <li>• 466602 Exercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden</p> <p>Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min.
- Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.  
Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course		
12. Lernziele:	<p>The students learn the basic concepts of modeling and system-related issues in data engineering in general and with respect to specific application areas in research-related and engineering-related areas. The methodological basis is defined by information extraction and information analysis, all based on effective metadata management.</p>		
13. Inhalt:	<p>Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analytics or learning. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data collection: how do we find relevant data sources?</li> <li>• Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed?</li> <li>• Data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected?</li> <li>• Data distribution: What modern technologies support the wide dissemination of data?</li> <li>• Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called provenance meta-data?</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xin Luna Dong and Divesh Srivastava. Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015.</li> <li>• Wanfei Fan and Floris Geerts. Foundations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.</li> </ul>		

- AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012.
- James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan. Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 484802 Exercise Data Engineering
- 484801 Lecture Data Engineering

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Datenbanken und Informationssysteme

---



## Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik		
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.		
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.		
14. Literatur:	<p>Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</p> <p>More literature is named in the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.		
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen. Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.		
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		

## Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferably C++		
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.		
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		

## Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I		
12. Lernziele:	Students will acquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.		
13. Inhalt:	<p>This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis)</li> <li>• Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems)</li> <li>• Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy)</li> <li>• Imitation learning (inverse reinforcement learning)</li> <li>• Policy search (model based and model free)</li> <li>• Model learning (forward and inverse models)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486102 Exercise Robotics II</li> <li>• 486101 Lecture Robotics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
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:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.	
12. Lernziele:		<p>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.</p>	
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> </ul>	

- 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
- 

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: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Sven Lorenz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Vorlesung fokussiert auf Management Strategien. Es wird erläutert, wie solche Strategien entwickelt und evaluiert werden.</p> <p>Teilnehmer der Vorlesung verstehen die Bestandteile einer IT Strategie. Sie können eine IT Strategie ableiten und entwickeln, basierend auf dem aktuellen Status eines Unternehmens. Insbesondere wird verstanden, was unter den Begriffen und Konzepten IT Organisation, Sourcing Management, Architektur Management, Qualitäts- und Risk-Management und schliesslich IT Landschaften zu verstehen ist und wie man damit umgeht.</p>		
13. Inhalt:	<p>Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung, IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010</li> <li>• Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010W.</li> </ul>		



- Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010
- Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
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>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> </ul>		

- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051210166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course		
12. Lernziele:	<p>Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.</p>		
13. Inhalt:	<p>Based on application scenarios from various organizations, we will discuss aspects of distribution, autonomy and heterogeneity. This helps us to organize the problem space and to compare possible architectures of integrated information systems. Heterogeneity is addressed by schema mappings between and data mappings. We will discuss how to establish such mappings and how to apply them in data transformation. As query processing in federated databases is based on these mappings as well, we will also learn the basics on these systems. Another focus of this course is on the pre-processing and integration of data. Starting with a discussion on information quality, we will look at the spectrum of erroneous data and approaches to data cleansing. State-of-the-art software for information integration will be presented, in particular as part of the exercises.</p>		
14. Literatur:	<p>Additional literature will be announced at the beginning of the lecture</p> <p>- Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556101 Vorlesung Information Integration</li> <li>• 556102 Übung Information Integration</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Data Engineering

---

## Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.</p>		
13. Inhalt:	<p>Among the topics to be discussed in this course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to data warehousing</li> <li>• Data warehouse architecture</li> <li>• Data warehouse design</li> <li>• Extraction, transformation, load</li> <li>• ETL as a service</li> <li>• Introduction to analytics and analytic services</li> <li>• Real-time reporting</li> <li>• Online analytic processing</li> <li>• Data mining</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> <li>• 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.
- Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung
- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010005	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS)          or          Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)</p>		
12. Lernziele:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.</p>		
13. Inhalt:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing.</p> <p>Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions.</p> <p>The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.</p>		
14. Literatur:	<p>Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.</p>		



S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005  
S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005  
- Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004  
- Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer)</li><li>• 557402 Lecture Services and Security (Winter)</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

---

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

2. Modulkürzel:	-	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in at least one programming language.		
12. Lernziele:	<p>Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web,</p> <p>Students are familiar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles,</p> <p>Students are familiar with common defense mechanisms.</p>		
13. Inhalt:	<p>IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies.</p> <p>The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc.</p> <p>The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717401 Vorlesung System and Web Security</li> <li>• 717402 Übung System and Web Security</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 71741 System and Web Security (PL), , Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Informationssicherheit

---

## Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Es werden keine spezifischen Kenntnisse in Informationssicherheit oder Kryptographie vorausgesetzt. Allerdings verlangt die Veranstaltung solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.</p>		
13. Inhalt:	<p>This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from course to course, depending on the development of the field and the focus of the information security group.</p> <p>Possible topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems</li> <li>• Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools?</li> <li>• Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other?</li> <li>• E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious?</li> <li>• Bitcoin and cryptocurrencies</li> <li>• Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols</li> <li>• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717601 Vorlesung Security and Privacy</li> <li>• 717602 Übung Security and Privacy</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 71761 Security and Privacy (PL), , Gewichtung: 1  
  • V       Vorleistung (USL-V),  
  s 90 oder m 30

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:                                   Informationssicherheit

---

## Modul: 78900 Einführung in die Moderne Kryptographie

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This course requires solid knowledge of the foundations of mathematics as taught in the first three or four semesters of a bachelor's course in computer science/mathematics.</p> <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>		
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>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life.</p> <p>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 <b>modern</b> 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 which are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.) and which are used by billions of people every day, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. The course presents common cryptographic constructions for such primitives as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.</p>		

In the spirit of modern cryptography, the security of the primitives is defined. What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we obtain security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, security is proven or attacks are presented. 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:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> <li>• 78901 Einführung in die Moderne Kryptographie (PL), , Gewichtung: 1</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---



## 120 Autonomous Systems in Computer Science

---

Zugeordnete Module:	121	Compulsory
	122	Core
	123	Extended
	124	Breadth

---

## 121 Compulsory

---

Zugeordnete Module:   48460 Advanced Seminar Computer Science  
                          48640 Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems

---

## Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.		
13. Inhalt:	reading scientific literature & present the contents to an audience		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige, Gewichtung: 1</p> <p>[48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu einem Thema und schriftliche Ausarbeitung</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik		

## 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:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.	
12. Lernziele:		<p>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.</p>	
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> </ul>	

- 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
- 

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

---

## 122 Core

---

Zugeordnete Module:    29430 Computer Vision  
                              29470 Machine Learning  
                              29590 Digitale Systeme  
                              29690 Real-Time Video Processing I  
                              29710 Embedded Systems Engineering  
                              39250 Distributed Systems I  
                              48580 Reinforcement Learning  
                              48600 Robotics I

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</p> <p>- Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		

- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... : Correspondence Problems in Computer Vision

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Intelligente Systeme

---



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p>		
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:	<p>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).</p> <p>This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is:</p> <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> </ul>		

- representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)
- graphical models
- inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)
- learning in graphical models
- structure learning and model selection
- relational learning

Please also refer to the course web page: <http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/mlr/marc/teaching/13-MachineLearning/>

---

14. Literatur:	<p>[1] <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i> by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <a href="http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/">http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/</a> (recommended: read introductory chapter)</p> <p>[2] <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i> by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <a href="http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/">http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/</a> (especially chapter 8, which is fully online)</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 294701 Lecture Machine Learning</li> <li>• 294702 Exercise Machine Learning</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

---

## Modul: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.		
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Board und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc.</li> <li>• Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme</li> <li>• Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten</li> <li>• Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects</li> <li>• Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h</p> <p>Eigenstudiumstunden: 138 h</p> <p>Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von:

Parallele Systeme

---

## Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to embedded systems and their design constraints</p> <p>2. Synthesis models and algorithms</p> <p>3. System level synthesis</p> <p>4. High level synthesis</p> <p>5. Pipelined data path and controller design</p> <p>6. Software task scheduling and schedulability analysis</p> <p>7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment</p> <p>8. Communication architectures for embedded systems</p>		
14. Literatur:	<p>- Skript „Embedded Systems Engineering</p> <p>- G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005.</p> <p>- P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998.</p> <p>- P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering</li> <li>• 297102 Übung Embedded Systems Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Kurt Rothermel	
9. Dozenten:		Kurt Rothermel Frank Dürr	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung und Software-Entwicklung</li> <li>- Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>- Systemkonzepte und -programmierung</li> </ul>	
12. Lernziele:		<p>The Students will gain an understanding of the basic characteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.</p>	
13. Inhalt:		<p>1. Introduction to distributed systems 2. System models 3. Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4. Naming: Generating and Resolution 5. Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchronization of clocks 6. Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7. Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8. Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9. Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10. Multicast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms</p>	
14. Literatur:		Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 392502 Übungen Verteilte Systeme</li> <li>• 392501 Vorlesung Verteilte Systeme</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verteilte Systeme

---



## Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.		
13. Inhalt:	<p>Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's information gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle</li> <li>• relations to stochastic optimal control theory</li> <li>• basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc)</li> <li>• model-based RL methods</li> <li>• theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max)</li> <li>• relational RL</li> <li>• inverse RL, learning from demonstration and instruction</li> <li>• information theoretic formulations of RL</li> <li>• modern policy search methods (and applications in robotics)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely available online.</li> </ul>		

- (For robotics application) S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006.
- (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely available online.
- S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. <http://planning.cs.uiuc.edu/>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485801 Lecture Reinforcement Learning
- 485802 Exercise Reinforcement Learning

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48581 Reinforcement Learning (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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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>• 486002 Exercise Robotics I</li> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Autonome Systeme

---

## 123 Extended

---

Zugeordnete Module:	10250	Parallele Systeme
	29430	Computer Vision
	29470	Machine Learning
	29580	Data Compression
	29610	Hardware Based Fault Tolerance
	29690	Real-Time Video Processing I
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	39250	Distributed Systems I
	45730	Distributed Systems II
	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48560	Practical Course Robotics
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48610	Robotics II
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	68720	Human-Computer Interaction
	78900	Einführung in die Moderne Kryptographie

---

## 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. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
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>• 102501 Vorlesung Parallele Systeme</li> <li>• 102502 Übung Parallele Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</p> <p>- Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		

- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

18. Grundlage für ... : Correspondence Problems in Computer Vision

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Intelligente Systeme

---



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p>		
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:	<p>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).</p> <p>This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is:</p> <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> </ul>		

- representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)
- graphical models
- inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)
- learning in graphical models
- structure learning and model selection
- relational learning

Please also refer to the course web page: <http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/mlr/marc/teaching/13-MachineLearning/>

---

14. Literatur:	<p>[1] <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i> by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <a href="http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/">http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/</a> (recommended: read introductory chapter)</p> <p>[2] <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i> by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <a href="http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/">http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/</a> (especially chapter 8, which is fully online)</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 294701 Lecture Machine Learning</li> <li>• 294702 Exercise Machine Learning</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
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 • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
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: 29610 Hardware Based Fault Tolerance

2. Modulkürzel:	051710023	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Michael Kochte Hans-Joachim Wunderlich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur / Advanced Processor Architecture</li> <li>- Modul 10310 Rechnerorganisation</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of methods for reliability assessment of circuits and systems</li> <li>- Knowledge of the main techniques for implementing fault tolerance</li> <li>- Knowledge how to design fault tolerant circuits and systems</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Micro- and Nano-electronic systems can exhibit failures both right after production and during their operation. Systems for which safety and security is of concern have to be designed in a way that the desired function can be delivered even if some components fail or produce erroneous outputs. This lecture presents the most important design techniques that allow to tolerate hardware faults up to a certain degree. The topics of the lecture are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminology</li> <li>- Measures of fault tolerance</li> <li>- Techniques for structural and time redundancy</li> <li>- Error detection and diagnosis</li> <li>- Fault masking, repair, reconfiguration</li> <li>- Fault-tolerant distributed systems</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Apart from lecture slides, the following books can be used to deepen on the topics of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Koren and C. M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan-Kaufman (2007).</li> <li>- P. K. Lala: Self-Checking and Fault-Tolerant Digital Design, Morgan-Kaufmann Publishers (2001).</li> <li>- D.K. Pradhan: Fault-Tolerant Computer Design, Prentice Hall (1996).</li> <li>- R.N. Rao and E. Fujiwara: Error Control Coding for Computer Systems, Prentice Hall (1989).</li> <li>- M.L. Bushnell and V.D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, Klumer Academic Publishers (2000).</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296101 Vorlesung Hardware Based Fault Tolerance</li> </ul>		

• 296102 Übung Hardware Based Fault Tolerance

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

29611 Hardware Based Fault Tolerance (PL), Schriftlich oder  
Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[29611] Hardware Based Fault Tolerance (PL), schriftlich oder  
mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Laptop presentation

---

20. Angeboten von:

Rechnerarchitektur

---

## Modul: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to embedded systems and their design constraints</p> <p>2. Synthesis models and algorithms</p> <p>3. System level synthesis</p> <p>4. High level synthesis</p> <p>5. Pipelined data path and controller design</p> <p>6. Software task scheduling and schedulability analysis</p> <p>7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment</p> <p>8. Communication architectures for embedded systems</p>		
14. Literatur:	<p>- Skript „Embedded Systems Engineering</p> <p>- G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005.</p> <p>- P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998.</p> <p>- P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering</li> <li>• 297102 Übung Embedded Systems Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze		
12. Lernziele:	<p>The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.</p>		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of wireless data transmission</li> <li>2. Media access for wireless networks</li> <li>3. Location Management</li> <li>4. Wireless Wide Area Networks</li> <li>5. Wireless networks (local/personal)</li> <li>6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration</li> <li>7. Mobility in IP-networks</li> <li>8. Transport layer protocols for mobile systems</li> <li>9. Location of services</li> <li>10. Mobile data access</li> <li>11. Introduction</li> <li>12. Wireless data transmission</li> <li>13. Location Management</li> <li>14. Wireless</li> <li>15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS</li> <li>16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth</li> <li>17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management</li> <li>18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP</li> <li>19. Transport layers for mobile systems</li> </ol>		



20. Location of services : Problem, JINI, UpnP  
21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997</li><li>• James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998</li><li>• Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000</li><li>• Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002</li><li>• Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000</li><li>• Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

---

## Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung und Software-Entwicklung</li> <li>- Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>- Systemkonzepte und -programmierung</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>The Students will gain an understanding of the basic characteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to distributed systems 2. System models 3. Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4. Naming: Generating and Resolution 5. Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchronization of clocks 6. Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7. Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8. Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9. Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10. Multicast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms</p>		
14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 392502 Übungen Verteilte Systeme</li> <li>• 392501 Vorlesung Verteilte Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verteilte Systeme

---

## Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I		
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is depend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.		
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen</li> <li>• 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>[45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme		

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>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.</p>		
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:

- P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005
- J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001
- W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007
- 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

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Visualisierung

---

## Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik		
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.		
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.		
14. Literatur:	<p>Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</p> <p>More literature is named in the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferably C++		
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.		
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		



## Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.		
13. Inhalt:	<p>Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's information gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle</li> <li>• relations to stochastic optimal control theory</li> <li>• basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc)</li> <li>• model-based RL methods</li> <li>• theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max)</li> <li>• relational RL</li> <li>• inverse RL, learning from demonstration and instruction</li> <li>• information theoretic formulations of RL</li> <li>• modern policy search methods (and applications in robotics)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely available online.</li> </ul>		

- (For robotics application) S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006.
- (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely available online.
- S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. <http://planning.cs.uiuc.edu/>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485801 Lecture Reinforcement Learning
- 485802 Exercise Reinforcement Learning

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48581 Reinforcement Learning (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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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>• 486002 Exercise Robotics I</li> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Autonome Systeme

---

## Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I		
12. Lernziele:	Students will acquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.		
13. Inhalt:	<p>This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis)</li> <li>• Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems)</li> <li>• Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy)</li> <li>• Imitation learning (inverse reinforcement learning)</li> <li>• Policy search (model based and model free)</li> <li>• Model learning (forward and inverse models)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486102 Exercise Robotics II</li> <li>• 486101 Lecture Robotics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Autonome 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
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:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

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

2. Modulkürzel:	-	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. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		



## 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>051520005 Programmierung und Software-Entwicklung</p> <p>051200005 Systemkonzepte und -programmierung</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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> </ul>		

- Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen
  - Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
- 

14. Literatur:

Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004  
Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005  
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:

Präsenzzeit:  
56 h  
Selbststudiums- / Nachbearbeitungszeit:  
124 h  
Summe:  
180 h

---

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:

Visualisierung und Interaktive Systeme

---

## Modul: 78900 Einführung in die Moderne Kryptographie

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This course requires solid knowledge of the foundations of mathematics as taught in the first three or four semesters of a bachelor's course in computer science/mathematics.</p> <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>		
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>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life.</p> <p>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 <b>modern</b> 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 which are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.) and which are used by billions of people every day, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. The course presents common cryptographic constructions for such primitives as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.</p>		

In the spirit of modern cryptography, the security of the primitives is defined. What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we obtain security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, security is proven or attacks are presented. 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:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V),</li><li>• 78901 Einführung in die Moderne Kryptographie (PL), , Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---

## 124 Breadth

---

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10120	Modellbildung und Simulation
	14380	Hardware Verification and Quality Assessment
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29500	Visual Computing
	29510	Service Computing
	29600	Digital System Design II
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	40680	Optimization
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	42920	Hardware-Software-Codesign
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48500	Image Synthesis
	48550	Practical Course Information Systems
	48570	Practical Course Visual Computing
	48620	Scientific Visualization
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
	51720	IT-Strategy
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55740	Advanced Service Computing
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Einführung in die Moderne Kryptographie

---

## 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. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder Gleichwertiges		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.		
13. Inhalt:	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: <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
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 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: 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:	Jun.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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.</p>		
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: 14380 Hardware Verification and Quality Assessment

2. Modulkürzel:	051700020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Hans-Joachim Wunderlich Michael Kochte Laura Rodriguez Gomez		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10310 Rechnerorganisation oder - Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur		
12. Lernziele:	Basic knowledge of methodologies and algorithms of functional and formal verification, diagnosis, test and design for testability of integrated circuits		
13. Inhalt:	Complex integrated circuits and systems are hardly designed fault free at first go. Also during production defects and an imperfect yield have to be expected. The course deals with the basic techniques to find and locate faults and defects in the design and in the manufactured, integrated system. The discussed methods are applied with the help of commercial and academic tools in exercises and labs. The course comprises: - Validation: Simulation and emulation in different design levels. - Formal verification: Equivalence checking and model checking. - Test: Fault simulation and test generation. - Debug and diagnosis.		
14. Literatur:	- G. D. Hachtel, F. Somenzi: Logic Synthesis and Verification Algorithms, 2006. - K. L. McMillan: Symbolic Model Checking, 1993. - L.-T. Wang, C.-W. Wu, X. Wen: VLSI Test Principles and Architectures - Design for Testability, 2006. - M. L. Bushnell, V. D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, 2005. - R. Drechsler, B. Becker: Graphenbasierte Funktionsdarstellung, 2000. - S. Hassoun, T. Sasao: Logic Synthesis and Verification, 2002. - S. Minato: Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD, 1996. - T. Kropf: Introduction to Formal Hardware Verification, 1999.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 143801 Vorlesung Hardware Verification and Quality Assessment		

- 143802 Übung Hardware Verification and Quality Assessment
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 14381 Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[14381] Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Rechnerarchitektur

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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 paths</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, subdivision 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> </ul>		

- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators
  - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact
  - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets
  - 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 Recipies
  - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

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: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010003	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messaging to solve (enterprise) application integration problems are understood.</p>		
13. Inhalt:	<p>Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patterns will be presented, the composability of these patterns will be explained.</p>		
14. Literatur:	<p>G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003.</p> <p>M. Hapner et al: Java Messaging Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (30 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 29500 Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Fuchs		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 051900002 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know theoretical foundations for visual computing and acquired practical expertise in its core techniques. They are able to acquire scenes with digital cameras, can model their behavior and create content for non-2D displays and camera-projector systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class is concerned with the digital processing of visual information by means of computer vision, computer graphics and image processing. It covers the following three interlocking topic complexes:</p> <p>Image processing:          mathematical basics of image representations          noise models and noise suppression (including morphological, bilateral, and non-local filters)          selected topics from discrete image processing on image regions (e.g. photo montage with graph cuts, texture synthesis and space-time video completion)</p> <p>Measuring / displaying light:          selected topics from simple optics (esp. thin lenses and their interactions with light)          geometric camera models and calibration, typical optical distortions and means to counter them          radiometric camera calibration and HDR imaging          measuring and displaying color          plenoptic imaging / integral photography techniques, light field rendering and light field displays          passive stereo          Combined camera / illumination systems          camera - illumination systems and photometric stereo          active stereo and projector-camera systems          the light transport matrix, its measurement and applications</p> <p>Throughout, the class equally covers both acquisition (camera) and displays systems.</p>		



14. Literatur:	Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995 J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990 Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005 Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295001 Vorlesung mit Übungen Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29501 Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen 30 Min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

## Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010004	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP.</p> <p>The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.</p>		
14. Literatur:	<p>S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005</p>		

G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004  
 E. Wilde: "World Wide Web", Springer 1999  
 M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008  
 N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007  
 Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008  
 D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilly 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This lectures requires the knowledge of "System Design I".          Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.</p>		
12. Lernziele:	<p>The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of a case study of a digital system</li> <li>• Simulatable specification of the system</li> <li>• Architecture for Implementation using FPGAs'</li> <li>• Design and design tools for board integration</li> <li>• Implementation of a digital system</li> <li>• Verification of a digital system</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1          29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects.</p> <p>Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures.</p> <p>Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers</p> <p>Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrocontrollern und kennen klassische Architekturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Übersicht</li> <li>• Mikrocontroller-Architekturen</li> <li>• Einsatzgebiete von Mikrocontrollern</li> <li>• Befehlssatz klassischer Microcontroller</li> <li>• Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern</li> <li>• C-Programmierung von Mikrocontrollern</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a single chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),</p>		

consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc.

Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers.

Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1\$.

Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikroprozessoren.

Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.).

Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar.

Aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009</li> </ul> <p style="text-align: center;">More literature is named in the lecture</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden                  Selbststudium: 138 Stunden  <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min.,                  Gewichtung: 1</p> <p>Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
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: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.		
13. Inhalt:	<p>Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchical concurrent state machine models,</li> <li>• Kahn process networks, synchronous data flow networks,</li> <li>• specification of timing, concurrency, and non-functional aspects,</li> <li>• object-oriented modeling of embedded systems,</li> <li>• event-driven simulation with the example of the SystemC library,</li> <li>• modeling levels with emphasis on transaction level modeling.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification".</li> <li>• Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency and Time in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004.</li> <li>• Black, D., Donovan, D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer Academic Publishers, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification</li> <li>• 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (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:

Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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> </ul>		

- 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS
  - blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
- 

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: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010006	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	611 Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4,0 SWS		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historical Development of the Workflow Technology</li> <li>2. Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...)</li> <li>3. Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...)</li> <li>4. Flow Languages (FDL, BPEL)</li> <li>5. Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics)</li> <li>6. Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation)</li> <li>7. Two-level programming paradigm</li> <li>8. Transactional support in workflows</li> </ol>		
14. Literatur:	<p>F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
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: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	052010006 - Business Process Management		
12. Lernziele:	<p>Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.</p>		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert.</p> <p>Human Task Management          Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...)          Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch)          Process Monitoring          Process Mining          Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...)          Verdrahten von Komponenten (Global Models,...)          Anwendungsbereiche (Manufacturing, Compliance,...)          Prozessadaption und -flexibilität</p>		
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden          Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 42911 Advanced 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: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse		
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.		
13. Inhalt:	This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures		
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign</li> <li>• 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052000111	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:	Kristof Klöckner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Business Process Management		
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.		
13. Inhalt:	<p>Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it.</p> <p>We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud.</p> <p>Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy.</p> <p>Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings.</p> <p>The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.</p>		
14. Literatur:	To be announced in the lecture.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> <li>• 466602 Exercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden</p> <p>Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min.
- Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.  
Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course		
12. Lernziele:	<p>The students learn the basic concepts of modeling and system-related issues in data engineering in general and with respect to specific application areas in research-related and engineering-related areas. The methodological basis is defined by information extraction and information analysis, all based on effective metadata management.</p>		
13. Inhalt:	<p>Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analytics or learning. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data collection: how do we find relevant data sources?</li> <li>• Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed?</li> <li>• Data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected?</li> <li>• Data distribution: What modern technologies support the wide dissemination of data?</li> <li>• Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called provenance meta-data?</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xin Luna Dong and Divesh Srivastava. Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015.</li> <li>• Wanfei Fan and Floris Geerts. Foundations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.</li> </ul>		



## Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering.</p> <p>Specifically, the class covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL</li> <li>• textures and procedural models</li> <li>• shading and shadow computations in rasterization pipelines</li> <li>• scene graphs, culling and level-of-detail approaches</li> <li>• physically based rendering and photo-realistic image synthesis</li> <li>• local shading and material models, especially the BRDF</li> <li>• the rendering equation</li> <li>• ray tracing and Monte-Carlo approaches</li> <li>• global illumination simulation (especially by means of radiosity, distribution ray tracing and path tracing)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995.</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990.</li> <li>• M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.</li> </ul>		



## Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.		
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen. Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.		
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		



## Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics		
12. Lernziele:	<p>During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL</li> <li>• Qt-Framework</li> <li>• Raytracing</li> <li>• Volume Rendering</li> <li>• Independent Project</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999</li> <li>• Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly, 1999</li> <li>• An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989</li> <li>• Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 485701 Lab Practical Course Visual Computing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)		

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> <li>• 486202 Exercise Scientific Visualization</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
  - 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Stefan Funke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge on algorithms and data structures		
12. Lernziele:	The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on discrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.		
13. Inhalt:	Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the lecture		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> <li>• 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		

## Modul: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Sven Lorenz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Vorlesung fokussiert auf Management Strategien. Es wird erläutert, wie solche Strategien entwickelt und evaluiert werden.</p> <p>Teilnehmer der Vorlesung verstehen die Bestandteile einer IT Strategie. Sie können eine IT Strategie ableiten und entwickeln, basierend auf dem aktuellen Status eines Unternehmens. Insbesondere wird verstanden, was unter den Begriffen und Konzepten IT Organisation, Sourcing Management, Architektur Management, Qualitäts- und Risk-Management und schliesslich IT Landschaften zu verstehen ist und wie man damit umgeht.</p>		
13. Inhalt:	<p>Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung, IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010</li> <li>• Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010W.</li> </ul>		

- Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010
- Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
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>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> </ul>		

- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---



## Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051210166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course		
12. Lernziele:	<p>Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.</p>		
13. Inhalt:	<p>Based on application scenarios from various organizations, we will discuss aspects of distribution, autonomy and heterogeneity. This helps us to organize the problem space and to compare possible architectures of integrated information systems. Heterogeneity is addressed by schema mappings between and data mappings. We will discuss how to establish such mappings and how to apply them in data transformation. As query processing in federated databases is based on these mappings as well, we will also learn the basics on these systems. Another focus of this course is on the pre-processing and integration of data. Starting with a discussion on information quality, we will look at the spectrum of erroneous data and approaches to data cleansing. State-of-the-art software for information integration will be presented, in particular as part of the exercises.</p>		
14. Literatur:	<p>Additional literature will be announced at the beginning of the lecture</p> <p>- Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556101 Vorlesung Information Integration</li> <li>• 556102 Übung Information Integration</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Data Engineering

---

## Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.</p>		
13. Inhalt:	<p>Among the topics to be discussed in this course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to data warehousing</li> <li>• Data warehouse architecture</li> <li>• Data warehouse design</li> <li>• Extraction, transformation, load</li> <li>• ETL as a service</li> <li>• Introduction to analytics and analytic services</li> <li>• Real-time reporting</li> <li>• Online analytic processing</li> <li>• Data mining</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> <li>• 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.
- Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung
- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>Topics covered in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perception and Cognition</li> <li>- Graphs and Networks</li> <li>- Hierarchies and Trees</li> <li>- Multi-dimensional and high-dimensional data visualization</li> <li>- Time series visualization</li> <li>- Visual Analytics</li> <li>- Software Visualization</li> <li>- Geospatial visualization</li> </ul>		
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:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>		



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>- Modul 10170 Imaging Science</li> <li>- Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.</p> <p>The student has knowledge on the different correspondence problems in computer vision, is able to develop mathematical models for solution strategies and implement the corresponding algorithms in an appropriate way.</p>		
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 Fundamentalmatrix</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> <li>•Basic Approaches: Block Matching, Occlusion Detection, Interest Points, Feature Matching</li> <li>•Optic Flow: Local and Global Differential Methods, Parametrisation Models, Constancy Assumptions, Data and Smootness Terms, Numerics, Large Displacements, High Accuracy Methods</li> <li>•Sterep Matching: Projective Geometry, Epipolar Geometry, Estimation of the Fundamental Matrix</li> <li>•Scene</li> </ul>		

Flow: Joint Estimation of Structure, Motion, and Geometry •Medical Image Registration: Mutual Informaion, Elastic and Curvature-Based Regularisation, Landmarks •Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisation, Incompressible Navier Stokes Prior

---

14. Literatur:	- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. - J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. - A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 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
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Intelligente Systeme

---



## Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010005	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)</p>		
12. Lernziele:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.</p>		
13. Inhalt:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing.</p> <p>Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions.</p> <p>The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.</p>		
14. Literatur:	<p>Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.</p>		

S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005

S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005

- Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004

- Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer)
  - 557402 Lecture Services and Security (Winter)
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzzeit: 60 Stunden  
Selbststudium: 120 Stunden

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Simulation Workflows

---

## Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in at least one programming language.		
12. Lernziele:	<p>Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web,</p> <p>Students are familiar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles,</p> <p>Students are familiar with common defense mechanisms.</p>		
13. Inhalt:	<p>IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies.</p> <p>The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc.</p> <p>The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717401 Vorlesung System and Web Security</li> <li>• 717402 Übung System and Web Security</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 71741 System and Web Security (PL), , Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Informationssicherheit

---

## Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Es werden keine spezifischen Kenntnisse in Informationssicherheit oder Kryptographie vorausgesetzt. Allerdings verlangt die Veranstaltung solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.</p>		
13. Inhalt:	<p>This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from course to course, depending on the development of the field and the focus of the information security group.</p> <p>Possible topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems</li> <li>• Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools?</li> <li>• Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other?</li> <li>• E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious?</li> <li>• Bitcoin and cryptocurrencies</li> <li>• Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols</li> <li>• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717601 Vorlesung Security and Privacy</li> <li>• 717602 Übung Security and Privacy</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 71761 Security and Privacy (PL), , Gewichtung: 1  
  • V       Vorleistung (USL-V),  
  s 90 oder m 30

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:                                   Informationssicherheit

---

## Modul: 78900 Einführung in die Moderne Kryptographie

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This course requires solid knowledge of the foundations of mathematics as taught in the first three or four semesters of a bachelor's course in computer science/mathematics.</p> <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>		
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>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life.</p> <p>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 <b>modern</b> 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 which are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.) and which are used by billions of people every day, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. The course presents common cryptographic constructions for such primitives as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.</p>		

In the spirit of modern cryptography, the security of the primitives is defined. What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we obtain security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, security is proven or attacks are presented. 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:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V),</li><li>• 78901 Einführung in die Moderne Kryptographie (PL), , Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---



## 130 Service Technology and Engineering

---

Zugeordnete Module:	131	Compulsory
	132	Core
	133	Extended
	134	Breadth

---



## Modul: 48460 Advanced Seminar Computer Science

2. Modulkürzel:	051900077	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	3 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	2	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science          --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt;          Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	The students learn how to work with scientific literature for getting acquainted with a certain subject. They are able to extract the central statements from such publications, to collect and interpret additional data and to present their results to an audience.		
13. Inhalt:	reading scientific literature &; present the contents to an audience		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the seminar		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 484601 Advanced Seminar Computer Science		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48461 Advanced Seminar Computer Science (BSL), Sonstige,          Gewichtung: 1</p> <p>[48461] Advanced Seminar Computer Science (BSL), Vortrag zu          einem Thema und schriftliche Ausarbeitung</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Formale Methoden der Informatik		

## Modul: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang	
9. Dozenten:		Stefan Funke	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Basic knowledge on algorithms and data structures	
12. Lernziele:		The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on discrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.	
13. Inhalt:		Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming	
14. Literatur:		Will be announced at the beginning of the lecture	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> <li>• 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:		48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:		Datenbanken und Informationssysteme	

## 132 Core

---

Zugeordnete Module:	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	48480	Data Engineering
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing

---

## Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010003	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messaging to solve (enterprise) application integration problems are understood.		
13. Inhalt:	<p>Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patterns will be presented, the composability of these patterns will be explained.</p>		
14. Literatur:	<p>G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003.</p> <p>M. Hapner et al: Java Messaging Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (30 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010004	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP.</p> <p>The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.</p>		
14. Literatur:	<p>S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005</p>		



G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004  
E. Wilde: "World Wide Web", Springer 1999  
M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008  
N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007  
Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008  
D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilly 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010006	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	611 Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4,0 SWS		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historical Development of the Workflow Technology</li> <li>2. Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...)</li> <li>3. Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...)</li> <li>4. Flow Languages (FDL, BPEL)</li> <li>5. Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics)</li> <li>6. Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation)</li> <li>7. Two-level programming paradigm</li> <li>8. Transactional support in workflows</li> </ol>		
14. Literatur:	<p>F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
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: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	052010006 - Business Process Management		
12. Lernziele:	<p>Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.</p>		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert.</p> <p>Human Task Management          Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...)          Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch)          Process Monitoring          Process Mining          Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...)          Verdrahten von Komponenten (Global Models,...)          Anwendungsbereiche (Manufacturing, Compliance,...)          Prozessadaption und -flexibilität</p>		
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden          Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 42911 Advanced 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: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course		
12. Lernziele:	<p>The students learn the basic concepts of modeling and system-related issues in data engineering in general and with respect to specific application areas in research-related and engineering-related areas. The methodological basis is defined by information extraction and information analysis, all based on effective metadata management.</p>		
13. Inhalt:	<p>Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analytics or learning. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data collection: how do we find relevant data sources?</li> <li>• Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed?</li> <li>• Data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected?</li> <li>• Data distribution: What modern technologies support the wide dissemination of data?</li> <li>• Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called provenance meta-data?</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xin Luna Dong and Divesh Srivastava. Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015.</li> <li>• Wanfei Fan and Floris Geerts. Foundations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.</li> </ul>		



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
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>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> </ul>		



- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051210166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course		
12. Lernziele:	<p>Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.</p>		
13. Inhalt:	<p>Based on application scenarios from various organizations, we will discuss aspects of distribution, autonomy and heterogeneity. This helps us to organize the problem space and to compare possible architectures of integrated information systems. Heterogeneity is addressed by schema mappings between and data mappings. We will discuss how to establish such mappings and how to apply them in data transformation. As query processing in federated databases is based on these mappings as well, we will also learn the basics on these systems. Another focus of this course is on the pre-processing and integration of data. Starting with a discussion on information quality, we will look at the spectrum of erroneous data and approaches to data cleansing. State-of-the-art software for information integration will be presented, in particular as part of the exercises.</p>		
14. Literatur:	<p>Additional literature will be announced at the beginning of the lecture</p> <p>- Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556101 Vorlesung Information Integration</li> <li>• 556102 Übung Information Integration</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Data Engineering

---

## Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.</p>		
13. Inhalt:	<p>Among the topics to be discussed in this course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to data warehousing</li> <li>• Data warehouse architecture</li> <li>• Data warehouse design</li> <li>• Extraction, transformation, load</li> <li>• ETL as a service</li> <li>• Introduction to analytics and analytic services</li> <li>• Real-time reporting</li> <li>• Online analytic processing</li> <li>• Data mining</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> <li>• 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.
- Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung
- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010005	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS)          or          Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)</p>		
12. Lernziele:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.</p>		
13. Inhalt:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing.</p> <p>Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions.</p> <p>The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.</p>		
14. Literatur:	<p>Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.</p>		

S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005  
S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005  
- Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004  
- Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer)</li><li>• 557402 Lecture Services and Security (Winter)</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

---

## 133 Extended

---

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	22010	IT Service Management
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29510	Service Computing
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	48480	Data Engineering
	48550	Practical Course Information Systems
	55600	Advanced Information Management
	55610	Information Integration
	55620	Data Warehousing, Data Mining, and OLAP
	55740	Advanced Service Computing
	72340	Cloud Computing: Konzepte und Technologien

---



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder Gleichwertiges		
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
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 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: 22010 IT Service Management

2. Modulkürzel:	05091007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kirstädter		
9. Dozenten:	Jürgen Matthias Jähnert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse, wie sie in den Modulen Kommunikationsnetze I und Communication Networks II vermittelt werden.		
12. Lernziele:	Verstehen aller Aspekte der Service management. Der Studierende kennt die Konzepte des Service Management und ist in der Lage, Konzepte und Strategien für die Bereitstellung von IT Diensten zu erarbeiten.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung behandelt die Grundlagen des IT-Service-Managements. Das primäre Ziel des IT-Service-Managements ist es, die erbrachten IT-Dienstleistungen an den Anforderungen der Kunden auszurichten und für eine kontinuierliche Bereitstellung der IT-Services im Sinne der Kundenanforderungen zu sorgen. Kernbestandteil der sind Probleme und Lösungsansätzen im Umfeld des IT- Betriebs (Netze, Systeme und Dienste/ Anwendungen). Es werden die Konzepte und Technologien vermittelt, mit denen ein IT-Administrator operativ und ein IT-Architekt konzeptionell in Berührung kommen kann. Beispiele aus dem Rechenzentrum werden im Kontext des IT-Dienstleistungsprozesses betrachtet und die dafür in der Praxis gängigen Konzepte vertieft.		
14. Literatur:	Selbständige Erschließung von Literatur (Bücher, Zeitschriften, Internet)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 220101 Vorlesung IT Service Management		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Zeile 16: Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	22011 IT Service Management (PL), Schriftlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Notebook-Präsentation		
20. Angeboten von:	Kommunikationsnetze und Rechnersysteme		

## Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010003	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messaging to solve (enterprise) application integration problems are understood.</p>		
13. Inhalt:	<p>Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patterns will be presented, the composability of these patterns will be explained.</p>		
14. Literatur:	<p>G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003.</p> <p>M. Hapner et al: Java Message Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (30 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

## Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010004	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP.</p> <p>The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.</p>		
14. Literatur:	<p>S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005</p>		

G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004  
E. Wilde: "World Wide Web", Springer 1999  
M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008  
N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007  
Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008  
D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilly 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010006	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	611 Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4,0 SWS		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historical Development of the Workflow Technology</li> <li>2. Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...)</li> <li>3. Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...)</li> <li>4. Flow Languages (FDL, BPEL)</li> <li>5. Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics)</li> <li>6. Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation)</li> <li>7. Two-level programming paradigm</li> <li>8. Transactional support in workflows</li> </ol>		
14. Literatur:	<p>F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</p>		



15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden
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: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	052010006 - Business Process Management		
12. Lernziele:	<p>Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.</p>		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert.</p> <p>Human Task Management          Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...)          Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch)          Process Monitoring          Process Mining          Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...)          Verdrahten von Komponenten (Global Models,...)          Anwendungsbereiche (Manufacturing, Compliance,...)          Prozessadaption und -flexibilität</p>		
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden          Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 42911 Advanced 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: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052000111	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:	Kristof Klöckner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Business Process Management		
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.		
13. Inhalt:	<p>Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it.</p> <p>We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud.</p> <p>Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy.</p> <p>Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings.</p> <p>The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.</p>		
14. Literatur:	To be announced in the lecture.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> <li>• 466602 Exercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden</p> <p>Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min.
- Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.  
Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course		
12. Lernziele:	<p>The students learn the basic concepts of modeling and system-related issues in data engineering in general and with respect to specific application areas in research-related and engineering-related areas. The methodological basis is defined by information extraction and information analysis, all based on effective metadata management.</p>		
13. Inhalt:	<p>Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analytics or learning. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data collection: how do we find relevant data sources?</li> <li>• Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed?</li> <li>• Data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected?</li> <li>• Data distribution: What modern technologies support the wide dissemination of data?</li> <li>• Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called provenance meta-data?</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xin Luna Dong and Divesh Srivastava. Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015.</li> <li>• Wanfei Fan and Floris Geerts. Foundations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.</li> </ul>		



## Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.		
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen. Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.		
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
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>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> </ul>		

- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051210166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course		
12. Lernziele:	<p>Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.</p>		
13. Inhalt:	<p>Based on application scenarios from various organizations, we will discuss aspects of distribution, autonomy and heterogeneity. This helps us to organize the problem space and to compare possible architectures of integrated information systems. Heterogeneity is addressed by schema mappings between and data mappings. We will discuss how to establish such mappings and how to apply them in data transformation. As query processing in federated databases is based on these mappings as well, we will also learn the basics on these systems. Another focus of this course is on the pre-processing and integration of data. Starting with a discussion on information quality, we will look at the spectrum of erroneous data and approaches to data cleansing. State-of-the-art software for information integration will be presented, in particular as part of the exercises.</p>		
14. Literatur:	<p>Additional literature will be announced at the beginning of the lecture</p> <p>- Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556101 Vorlesung Information Integration</li> <li>• 556102 Übung Information Integration</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Data Engineering

---

## Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.</p>		
13. Inhalt:	<p>Among the topics to be discussed in this course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to data warehousing</li> <li>• Data warehouse architecture</li> <li>• Data warehouse design</li> <li>• Extraction, transformation, load</li> <li>• ETL as a service</li> <li>• Introduction to analytics and analytic services</li> <li>• Real-time reporting</li> <li>• Online analytic processing</li> <li>• Data mining</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> <li>• 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.
- Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung
- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010005	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS) or Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)</p>		
12. Lernziele:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.</p>		
13. Inhalt:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing.</p> <p>Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions.</p> <p>The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.</p>		
14. Literatur:	<p>Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.</p>		

S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005  
S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005  
- Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004  
- Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer)</li><li>• 557402 Lecture Services and Security (Winter)</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

---



## Modul: 72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Uwe Breitenbücher		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: - Service Computing - Loose Coupling and Message-based Applications		
12. Lernziele:	The principles of Cloud Computing are understood. The difference between cloud native applications and immigrant cloud applications are clear. Basic IaaS, PaaS and SaaS features are clear. The concept of virtualization and containerization as well as provisioning and management can be applied. The main cloud platforms and their architectures are clear.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service Models und Deployment Models (NIST Layering)</li> <li>• Virtualization (Virtual Machines, Hypervisors, OpenStack)</li> <li>• Scalability und Elasticity</li> <li>• Cloud Architectures (Principles, Loose Coupling, RPC vs. Messaging, Cloud Native, Cloud Immigrant)</li> <li>• Cloud Providers (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform)</li> <li>• Containerization (Docker und Kubernetes)</li> <li>• Data in Cloud Computing (NoSQL, CAP, BASE, Lambda Architecture)</li> <li>• Cloud Application Provisioning and Management Paradigms (Metamodelling, Programs vs. Models, Declarative vs. Imperative)</li> <li>• Cloud Application Provisioning and Management Technologies (TOSCA, Chef, Puppet, Amazon Cloud Formation, OpenTOSCA)</li> <li>• API Management (REST, Swagger, Security)</li> <li>• Cloud Computing Patterns</li> </ul>		
14. Literatur:	C. Fehling, F. Leymann et al.: "Cloud Computing Patterns", Springer 2014. T. Erl et al.: "Cloud Computing: Concepts, Technology und Architecture", Prentice Hall 2013.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 723401 Vorlesung Cloud Computing: Konzepte und Technologien</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Anwesenheit: 56 Stunden Vor-/Nachbereitung, Lösen von Übungsaufgaben: 124 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72341 Cloud Computing: Konzepte und Technologien (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1		

Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung "Cloud Computing: Concepts and Technologies" - wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.

Diese Prüfung kann auch in der Vertiefungslinie NICHT mit 46660 kombiniert werden!

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Architektur von Anwendungssystemen

---

## 134 Breadth

---

Zugeordnete Module:	10120	Modellbildung und Simulation
	10250	Parallele Systeme
	14380	Hardware Verification and Quality Assessment
	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29470	Machine Learning
	29500	Visual Computing
	29580	Data Compression
	29590	Digitale Systeme
	29600	Digital System Design II
	29610	Hardware Based Fault Tolerance
	29640	Mikrocontroller
	29680	Real-Time Programming
	29690	Real-Time Video Processing I
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	39250	Distributed Systems I
	40680	Optimization
	42920	Hardware-Software-Codesign
	45730	Distributed Systems II
	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48500	Image Synthesis
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48560	Practical Course Robotics
	48570	Practical Course Visual Computing
	48580	Reinforcement Learning
	48600	Robotics I
	48610	Robotics II
	48620	Scientific Visualization
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
	51720	IT-Strategy
	55630	Information Visualization and Visual Analytics
	55640	Correspondence Problems in Computer Vision
	55650	Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers
	60860	3D Scanner - Algorithms and Systems
	68720	Human-Computer Interaction
	71740	System and Web Security
	71760	Security and Privacy
	78900	Einführung in die Moderne Kryptographie
	78910	Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems

---

## 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:	Jun.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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.</p>		
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. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
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>• 102501 Vorlesung Parallele Systeme</li> <li>• 102502 Übung Parallele Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 14380 Hardware Verification and Quality Assessment

2. Modulkürzel:	051700020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Hans-Joachim Wunderlich Michael Kochte Laura Rodriguez Gomez		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10310 Rechnerorganisation oder - Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur		
12. Lernziele:	Basic knowledge of methodologies and algorithms of functional and formal verification, diagnosis, test and design for testability of integrated circuits		
13. Inhalt:	Complex integrated circuits and systems are hardly designed fault free at first go. Also during production defects and an imperfect yield have to be expected. The course deals with the basic techniques to find and locate faults and defects in the design and in the manufactured, integrated system. The discussed methods are applied with the help of commercial and academic tools in exercises and labs. The course comprises: - Validation: Simulation and emulation in different design levels. - Formal verification: Equivalence checking and model checking. - Test: Fault simulation and test generation. - Debug and diagnosis.		
14. Literatur:	- G. D. Hachtel, F. Somenzi: Logic Synthesis and Verification Algorithms, 2006. - K. L. McMillan: Symbolic Model Checking, 1993. - L.-T. Wang, C.-W. Wu, X. Wen: VLSI Test Principles and Architectures - Design for Testability, 2006. - M. L. Bushnell, V. D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, 2005. - R. Drechsler, B. Becker: Graphenbasierte Funktionsdarstellung, 2000. - S. Hassoun, T. Sasao: Logic Synthesis and Verification, 2002. - S. Minato: Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD, 1996. - T. Kropf: Introduction to Formal Hardware Verification, 1999.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 143801 Vorlesung Hardware Verification and Quality Assessment		

- 143802 Übung Hardware Verification and Quality Assessment
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 14381 Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[14381] Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Rechnerarchitektur

---



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</p> <p>- Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		

- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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 paths</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, subdivision 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> </ul>		

- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators
  - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact
  - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets
  - 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 Recipies
  - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p>		
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:	<p>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).</p> <p>This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is:</p> <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> </ul>		

- representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)
- graphical models
- inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)
- learning in graphical models
- structure learning and model selection
- relational learning

Please also refer to the course web page: <http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/mlr/marc/teaching/13-MachineLearning/>

---

14. Literatur:	<p>[1] <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i> by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <a href="http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/">http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/</a> (recommended: read introductory chapter)</p> <p>[2] <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i> by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <a href="http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/">http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/</a> (especially chapter 8, which is fully online)</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 294701 Lecture Machine Learning</li> <li>• 294702 Exercise Machine Learning</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

## Modul: 29500 Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Fuchs		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 051900002 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know theoretical foundations for visual computing and acquired practical expertise in its core techniques. They are able to acquire scenes with digital cameras, can model their behavior and create content for non-2D displays and camera-projector systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class is concerned with the digital processing of visual information by means of computer vision, computer graphics and image processing. It covers the following three interlocking topic complexes:</p> <p>Image processing:          mathematical basics of image representations          noise models and noise suppression (including morphological, bilateral, and non-local filters)          selected topics from discrete image processing on image regions (e.g. photo montage with graph cuts, texture synthesis and space-time video completion)</p> <p>Measuring / displaying light:          selected topics from simple optics (esp. thin lenses and their interactions with light)          geometric camera models and calibration, typical optical distortions and means to counter them          radiometric camera calibration and HDR imaging          measuring and displaying color          plenoptic imaging / integral photography techniques, light field rendering and light field displays          passive stereo          Combined camera / illumination systems          camera - illumination systems and photometric stereo          active stereo and projector-camera systems          the light transport matrix, its measurement and applications</p> <p>Throughout, the class equally covers both acquisition (camera) and displays systems.</p>		

14. Literatur:	Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995 J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990 Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005 Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295001 Vorlesung mit Übungen Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29501 Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen 30 Min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
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 • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
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: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.		
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Board und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc.</li> <li>• Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme</li> <li>• Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten</li> <li>• Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects</li> <li>• Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h</p> <p>Eigenstudiumstunden: 138 h</p> <p>Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Parallele Systeme

---

## Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This lectures requires the knowledge of "System Design I". Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.</p>		
12. Lernziele:	<p>The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of a case study of a digital system</li> <li>• Simulatable specification of the system</li> <li>• Architecture for Implementation using FPGAs'</li> <li>• Design and design tools for board integration</li> <li>• Implementation of a digital system</li> <li>• Verification of a digital system</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29610 Hardware Based Fault Tolerance

2. Modulkürzel:	051710023	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Michael Kochte Hans-Joachim Wunderlich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur / Advanced Processor Architecture</li> <li>- Modul 10310 Rechnerorganisation</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of methods for reliability assessment of circuits and systems</li> <li>- Knowledge of the main techniques for implementing fault tolerance</li> <li>- Knowledge how to design fault tolerant circuits and systems</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Micro- and Nano-electronic systems can exhibit failures both right after production and during their operation. Systems for which safety and security is of concern have to be designed in a way that the desired function can be delivered even if some components fail or produce erroneous outputs. This lecture presents the most important design techniques that allow to tolerate hardware faults up to a certain degree. The topics of the lecture are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminology</li> <li>- Measures of fault tolerance</li> <li>- Techniques for structural and time redundancy</li> <li>- Error detection and diagnosis</li> <li>- Fault masking, repair, reconfiguration</li> <li>- Fault-tolerant distributed systems</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Apart from lecture slides, the following books can be used to deepen on the topics of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Koren and C. M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan-Kaufman (2007).</li> <li>- P. K. Lala: Self-Checking and Fault-Tolerant Digital Design, Morgan-Kaufmann Publishers (2001).</li> <li>- D.K. Pradhan: Fault-Tolerant Computer Design, Prentice Hall (1996).</li> <li>- R.N. Rao and E. Fujiwara: Error Control Coding for Computer Systems, Prentice Hall (1989).</li> <li>- M.L. Bushnell and V.D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, Klumer Academic Publishers (2000).</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296101 Vorlesung Hardware Based Fault Tolerance</li> </ul>		

• 296102 Übung Hardware Based Fault Tolerance

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

29611 Hardware Based Fault Tolerance (PL), Schriftlich oder  
Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[29611] Hardware Based Fault Tolerance (PL), schriftlich oder  
mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Laptop presentation

---

20. Angeboten von:

Rechnerarchitektur

---

## Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects.</p> <p>Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures.</p> <p>Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers</p> <p>Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrocontrollern und kennen klassische Architekturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Übersicht</li> <li>• Mikrocontroller-Architekturen</li> <li>• Einsatzgebiete von Mikrocontrollern</li> <li>• Befehlssatz klassischer Microcontroller</li> <li>• Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern</li> <li>• C-Programmierung von Mikrocontrollern</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a single chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),</p>		

consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc.

Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers.

Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1\$.

Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikroprozessoren.

Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.).

Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar.

Aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009</li> </ul> <p style="text-align: center;">More literature is named in the lecture</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden                  Selbststudium: 138 Stunden  <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min.,                  Gewichtung: 1</p> <p>Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

---



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
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:	• 296801 Vorlesung mit Übung Real-Time Programming		
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: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to embedded systems and their design constraints</p> <p>2. Synthesis models and algorithms</p> <p>3. System level synthesis</p> <p>4. High level synthesis</p> <p>5. Pipelined data path and controller design</p> <p>6. Software task scheduling and schedulability analysis</p> <p>7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment</p> <p>8. Communication architectures for embedded systems</p>		
14. Literatur:	<p>- Skript „Embedded Systems Engineering</p> <p>- G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005.</p> <p>- P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998.</p> <p>- P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering</li> <li>• 297102 Übung Embedded Systems Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze		
12. Lernziele:	<p>The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.</p>		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of wireless data transmission</li> <li>2. Media access for wireless networks</li> <li>3. Location Management</li> <li>4. Wireless Wide Area Networks</li> <li>5. Wireless networks (local/personal)</li> <li>6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration</li> <li>7. Mobility in IP-networks</li> <li>8. Transport layer protocols for mobile systems</li> <li>9. Location of services</li> <li>10. Mobile data access</li> <li>11. Introduction</li> <li>12. Wireless data transmission</li> <li>13. Location Management</li> <li>14. Wireless</li> <li>15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS</li> <li>16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth</li> <li>17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management</li> <li>18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP</li> <li>19. Transport layers for mobile systems</li> </ol>		

20. Location of services : Problem, JINI, UpnP  
21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997</li><li>• James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998</li><li>• Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000</li><li>• Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002</li><li>• Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000</li><li>• Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

---

## Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.		
13. Inhalt:	<p>Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchical concurrent state machine models,</li> <li>• Kahn process networks, synchronous data flow networks,</li> <li>• specification of timing, concurrency, and non-functional aspects,</li> <li>• object-oriented modeling of embedded systems,</li> <li>• event-driven simulation with the example of the SystemC library,</li> <li>• modeling levels with emphasis on transaction level modeling.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification".</li> <li>• Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency and Time in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004.</li> <li>• Black, D., Donovan, D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer Academic Publishers, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification</li> <li>• 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (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:

Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

---



## Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Kurt Rothermel	
9. Dozenten:		Kurt Rothermel Frank Dürr	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung und Software-Entwicklung</li> <li>- Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>- Systemkonzepte und -programmierung</li> </ul>	
12. Lernziele:		<p>The Students will gain an understanding of the basic characteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.</p>	
13. Inhalt:		<p>1. Introduction to distributed systems 2. System models 3. Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4. Naming: Generating and Resolution 5. Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchronization of clocks 6. Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7. Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8. Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9. Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10. Multicast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms</p>	
14. Literatur:		Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 392502 Übungen Verteilte Systeme</li> <li>• 392501 Vorlesung Verteilte Systeme</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verteilte Systeme

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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> </ul>		

- 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS
  - blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
- 

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: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse		
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.		
13. Inhalt:	<p>This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures</p>		
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign</li> <li>• 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I		
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is depend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.		
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen</li> <li>• 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>[45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme		

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>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.</p>		
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:

- P. Shirley, S. Marschner. Fundamentals of Computer Graphics, AK Peters, 2005
- J. Gallier. Geometric Methods and Applications - For Computer Science and Engineering, Springer, 2001
- W.Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery. Numerical Recipes - The Art of Scientific Computing, Cambridge University Press, 2007
- 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

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 46761 Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Visualisierung

---



## Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering.</p> <p>Specifically, the class covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL</li> <li>• textures and procedural models</li> <li>• shading and shadow computations in rasterization pipelines</li> <li>• scene graphs, culling and level-of-detail approaches</li> <li>• physically based rendering and photo-realistic image synthesis</li> <li>• local shading and material models, especially the BRDF</li> <li>• the rendering equation</li> <li>• ray tracing and Monte-Carlo approaches</li> <li>• global illumination simulation (especially by means of radiosity, distribution ray tracing and path tracing)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995.</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990.</li> <li>• M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.</li> </ul>		



## Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik		
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.		
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.		
14. Literatur:	<p>Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</p> <p>More literature is named in the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferably C++		
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.		
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		

## Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics		
12. Lernziele:	<p>During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL</li> <li>• Qt-Framework</li> <li>• Raytracing</li> <li>• Volume Rendering</li> <li>• Independent Project</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999</li> <li>• Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly, 1999</li> <li>• An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989</li> <li>• Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 485701 Lab Practical Course Visual Computing</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)		

## Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.		
13. Inhalt:	<p>Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's information gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle</li> <li>• relations to stochastic optimal control theory</li> <li>• basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc)</li> <li>• model-based RL methods</li> <li>• theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max)</li> <li>• relational RL</li> <li>• inverse RL, learning from demonstration and instruction</li> <li>• information theoretic formulations of RL</li> <li>• modern policy search methods (and applications in robotics)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely available online.</li> </ul>		

- (For robotics application) S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006.
- (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely available online.
- S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. <http://planning.cs.uiuc.edu/>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485801 Lecture Reinforcement Learning
- 485802 Exercise Reinforcement Learning

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48581 Reinforcement Learning (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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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>• 486002 Exercise Robotics I</li> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			



19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I		
12. Lernziele:	Students will acquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.		
13. Inhalt:	<p>This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis)</li> <li>• Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems)</li> <li>• Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy)</li> <li>• Imitation learning (inverse reinforcement learning)</li> <li>• Policy search (model based and model free)</li> <li>• Model learning (forward and inverse models)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486102 Exercise Robotics II</li> <li>• 486101 Lecture Robotics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> <li>• 486202 Exercise Scientific Visualization</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## 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:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.	
12. Lernziele:		<p>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.</p>	
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> </ul>	

- 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
- 

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: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Sven Lorenz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Vorlesung fokussiert auf Management Strategien. Es wird erläutert, wie solche Strategien entwickelt und evaluiert werden.</p> <p>Teilnehmer der Vorlesung verstehen die Bestandteile einer IT Strategie. Sie können eine IT Strategie ableiten und entwickeln, basierend auf dem aktuellen Status eines Unternehmens. Insbesondere wird verstanden, was unter den Begriffen und Konzepten IT Organisation, Sourcing Management, Architektur Management, Qualitäts- und Risk-Management und schliesslich IT Landschaften zu verstehen ist und wie man damit umgeht.</p>		
13. Inhalt:	<p>Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung, IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010</li> <li>• Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010W.</li> </ul>		



- Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010
- Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>Topics covered in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perception and Cognition</li> <li>- Graphs and Networks</li> <li>- Hierarchies and Trees</li> <li>- Multi-dimensional and high-dimensional data visualization</li> <li>- Time series visualization</li> <li>- Visual Analytics</li> <li>- Software Visualization</li> <li>- Geospatial visualization</li> </ul>		
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:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>		



## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>- Modul 10170 Imaging Science</li> <li>- Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.</p> <p>The student has knowledge on the different correspondence problems in computer vision, is able to develop mathematical models for solution strategies and implement the corresponding algorithms in an appropriate way.</p>		
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, Konstanzannahmem, 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> <li>•Basic Approaches: Block Matching, Occlusion Detection, Interest Points, Feature Matching</li> <li>•Optic Flow: Local and Global Differential Methods, Parametrisation Models, Constancy Assumptions, Data and Smootness Terms, Numerics, Large Displacements, High Accuracy Methods</li> <li>•Sterep Matching: Projective Geometry, Epipolar Geometry, Estimation of the Fundamental Matrix</li> <li>•Scene</li> </ul>		

Flow: Joint Estimation of Structure, Motion, and Geometry •Medical Image Registration: Mutual Informaion, Elastic and Curvature-Based Regularisation, Landmarks •Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisation, Incompressible Navier Stokes Prior

---

14. Literatur:	- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. - J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. - A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 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
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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
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:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

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

2. Modulkürzel:	-	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>051520005 Programmierung und Software-Entwicklung</p> <p>051200005 Systemkonzepte und -programmierung</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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> </ul>		



- Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen
  - Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
- 

14. Literatur:

Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, Human-Computer Interaction, 2004  
Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005  
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:

Präsenzzeit:  
56 h  
Selbststudiums- / Nachbearbeitungszeit:  
124 h  
Summe:  
180 h

---

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:

Visualisierung und Interaktive Systeme

---

## Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in at least one programming language.		
12. Lernziele:	<p>Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web,</p> <p>Students are familiar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles,</p> <p>Students are familiar with common defense mechanisms.</p>		
13. Inhalt:	<p>IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies.</p> <p>The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc.</p> <p>The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717401 Vorlesung System and Web Security</li> <li>• 717402 Übung System and Web Security</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 71741 System and Web Security (PL), , Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Informationssicherheit

---

## Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Es werden keine spezifischen Kenntnisse in Informationssicherheit oder Kryptographie vorausgesetzt. Allerdings verlangt die Veranstaltung solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.</p>		
13. Inhalt:	<p>This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from course to course, depending on the development of the field and the focus of the information security group.</p> <p>Possible topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems</li> <li>• Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools?</li> <li>• Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other?</li> <li>• E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious?</li> <li>• Bitcoin and cryptocurrencies</li> <li>• Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols</li> <li>• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717601 Vorlesung Security and Privacy</li> <li>• 717602 Übung Security and Privacy</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 71761 Security and Privacy (PL), , Gewichtung: 1  
   • V       Vorleistung (USL-V),  
   s 90 oder m 30

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:                                   Informationssicherheit

---

## Modul: 78900 Einführung in die Moderne Kryptographie

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This course requires solid knowledge of the foundations of mathematics as taught in the first three or four semesters of a bachelor's course in computer science/mathematics.</p> <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>		
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>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life.</p> <p>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 <b>modern</b> 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 which are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.) and which are used by billions of people every day, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. The course presents common cryptographic constructions for such primitives as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.</p>		

In the spirit of modern cryptography, the security of the primitives is defined. What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we obtain security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, security is proven or attacks are presented. 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:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• V Vorleistung (USL-V),</li><li>• 78901 Einführung in die Moderne Kryptographie (PL), , Gewichtung: 1</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---

## Modul: 78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems

2. Modulkürzel:	052000xxx	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Analysis Eventuell zusätzlich: Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung		
12. Lernziele:	This course involves an introduction to game theory and its application in Service Science. It integrates with game theory and economics, aiming to understand and improve service systems. Emphases are on new economy and how socioeconomic principles apply in emerging business models including networked enterprises and e-marketplaces.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Service Systems</li> <li>• Firms - Basics of Industrial Organization</li> <li>• Introduction to Game theory                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Two-Person Zero-Sum Games</li> <li>• Two-Person General-Sum Games</li> <li>• Cooperative Games</li> </ul> </li> <li>• Markets and strategic interaction in Networks</li> <li>• Applications in Service Systems                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supply chains</li> <li>• Smart urban transportation systems</li> <li>• Healthcare service systems</li> </ul> </li> </ul>		
14. Literatur:	Yoav Shoham, Kevin Leyton Brown, Multi-agent Systems: Algorithmic, Game-theoretic, and Logical Foundations, 2009.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 789101 Lecture Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwesenheit: 30 Stunden</li> <li>• Vor-/Nachbereitung, Lösen von Übungsaufgaben: 150 Stunden</li> </ul>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 78911 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (USL), , Gewichtung: 1</li> <li>• 78912 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (PL), , Gewichtung: 1</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Powerpoint Präsentation		
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen		



## 200 Elective

---

Zugeordnete Module:	10080	Datenbanken und Informationssysteme
	10120	Modellbildung und Simulation
	10250	Parallele Systeme
	14380	Hardware Verification and Quality Assessment
	210	Bachelor Modules
	22010	IT Service Management
	22190	Detection and Pattern Recognition
	24900	Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung
	29430	Computer Vision
	29440	Geometric Modeling and Computer Animation
	29470	Machine Learning
	29480	Loose Coupling and Message Based Applications
	29500	Visual Computing
	29510	Service Computing
	29570	Computer Interface Technologien
	29580	Data Compression
	29590	Digitale Systeme
	29600	Digital System Design II
	29610	Hardware Based Fault Tolerance
	29640	Mikrocontroller
	29650	Parallele Programmierung
	29670	Rapid Prototyping
	29680	Real-Time Programming
	29690	Real-Time Video Processing I
	29700	Real-Time Video Processing II
	29710	Embedded Systems Engineering
	29720	Mobile Computing
	29730	Modelling, Simulation, and Specification
	29740	Fachpraktikum Eingebettete Systeme
	29750	Fachpraktikum Rechnerarchitektur
	39250	Distributed Systems I
	40680	Optimization
	42900	Business Process Management
	42910	Advanced Business Process Management
	42920	Hardware-Software-Codesign
	45730	Distributed Systems II
	45750	Fachpraktikum Verteilte Systeme
	46660	Service Management and Cloud Computing, and Evaluation
	46760	Theoretical and Methodological Foundations of Visual Computing
	48480	Data Engineering
	48500	Image Synthesis
	48540	Practical Course Embedded Image Processing
	48550	Practical Course Information Systems
	48560	Practical Course Robotics
	48570	Practical Course Visual Computing
	48580	Reinforcement Learning
	48590	Research Project
	48600	Robotics I
	48610	Robotics II
	48620	Scientific Visualization
	48640	Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
	48650	Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering
	51720	IT-Strategy

55600 Advanced Information Management  
55610 Information Integration  
55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP  
55630 Information Visualization and Visual Analytics  
55640 Correspondence Problems in Computer Vision  
55650 Multimodal Interaction for Ubiquitous Computers  
55740 Advanced Service Computing  
56470 Software Engineering for Real-Time Systems  
56500 Laboratory Course High Performance Programming with Graphics Cards  
56980 Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management  
58440 Fachpraktikum: Algorithmik  
59630 Infrastructure Technologies for Large Scale Service-Oriented Systems  
60120 Fachpraktikum Interaktive Systeme  
60140 Sprachbau mit Language Workbenches  
60860 3D Scanner - Algorithms and Systems  
68720 Human-Computer Interaction  
71740 System and Web Security  
71760 Security and Privacy  
72240 Model-Driven Software Development  
72250 Fachpraktikum Informationssicherheit  
72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien  
78900 Einführung in die Moderne Kryptographie  
78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems  
79170 Electronic Design Automation

---

## 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. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder Gleichwertiges		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die erforderlichen Kenntnisse für Datenbankprogrammierer in angemessenem Umfang erworben.		
13. Inhalt:	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: <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
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
- 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: 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:	Jun.-Prof. Dr. Dirk Pflüger		
9. Dozenten:	Miriam Mehl Stefan Zimmer Dirk Pflüger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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.</p>		
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. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
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>• 102501 Vorlesung Parallele Systeme</li> <li>• 102502 Übung Parallele Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	10251 Parallele Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 14380 Hardware Verification and Quality Assessment

2. Modulkürzel:	051700020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Hans-Joachim Wunderlich Michael Kochte Laura Rodriguez Gomez		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10310 Rechnerorganisation oder - Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur		
12. Lernziele:	Basic knowledge of methodologies and algorithms of functional and formal verification, diagnosis, test and design for testability of integrated circuits		
13. Inhalt:	Complex integrated circuits and systems are hardly designed fault free at first go. Also during production defects and an imperfect yield have to be expected. The course deals with the basic techniques to find and locate faults and defects in the design and in the manufactured, integrated system. The discussed methods are applied with the help of commercial and academic tools in exercises and labs. The course comprises: - Validation: Simulation and emulation in different design levels. - Formal verification: Equivalence checking and model checking. - Test: Fault simulation and test generation. - Debug and diagnosis.		
14. Literatur:	- G. D. Hachtel, F. Somenzi: Logic Synthesis and Verification Algorithms, 2006. - K. L. McMillan: Symbolic Model Checking, 1993. - L.-T. Wang, C.-W. Wu, X. Wen: VLSI Test Principles and Architectures - Design for Testability, 2006. - M. L. Bushnell, V. D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, 2005. - R. Drechsler, B. Becker: Graphenbasierte Funktionsdarstellung, 2000. - S. Hassoun, T. Sasao: Logic Synthesis and Verification, 2002. - S. Minato: Binary Decision Diagrams and Applications for VLSI CAD, 1996. - T. Kropf: Introduction to Formal Hardware Verification, 1999.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 143801 Vorlesung Hardware Verification and Quality Assessment		



- 143802 Übung Hardware Verification and Quality Assessment
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 14381 Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[14381] Hardware Verification and Quality Assessment (PL),  
schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Rechnerarchitektur

---

## 210 Bachelor Modules

---

---

## Modul: 22010 IT Service Management

2. Modulkürzel:	05091007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Kirstädter		
9. Dozenten:	Jürgen Matthias Jähnert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse, wie sie in den Modulen Kommunikationsnetze I und Communication Networks II vermittelt werden.		
12. Lernziele:	Verstehen aller Aspekte der Service management. Der Studierende kennt die Konzepte des Service Management und ist in der Lage, Konzepte und Strategien für die Bereitstellung von IT Diensten zu erarbeiten.		
13. Inhalt:	Die Vorlesung behandelt die Grundlagen des IT-Service-Managements. Das primäre Ziel des IT-Service-Managements ist es, die erbrachten IT-Dienstleistungen an den Anforderungen der Kunden auszurichten und für eine kontinuierliche Bereitstellung der IT-Services im Sinne der Kundenanforderungen zu sorgen. Kernbestandteil der sind Probleme und Lösungsansätzen im Umfeld des IT- Betriebs (Netze, Systeme und Dienste/ Anwendungen). Es werden die Konzepte und Technologien vermittelt, mit denen ein IT-Administrator operativ und ein IT-Architekt konzeptionell in Berührung kommen kann. Beispiele aus dem Rechenzentrum werden im Kontext des IT-Dienstleistungsprozesses betrachtet und die dafür in der Praxis gängigen Konzepte vertieft.		
14. Literatur:	Selbständige Erschließung von Literatur (Bücher, Zeitschriften, Internet)		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 220101 Vorlesung IT Service Management		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Zeile 16: Präsenzzeit: 56 h Selbststudium: 124 h Gesamt: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	22011 IT Service Management (PL), Schriftlich, 30 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Notebook-Präsentation		
20. Angeboten von:	Kommunikationsnetze und Rechnersysteme		

## 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. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
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: 24900 Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung

2. Modulkürzel:	051400006	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Dieter Roller		
9. Dozenten:	Dieter Roller Julian Eichhoff Akram Chamakh		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse wie sie in „CAD und Produktmodelle“ vermittelt werden.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden sind nach erfolgreichem Besuch des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- typische Problemstellungen, Methoden und Technologien im Anwendungsbereich des jeweils behandelten CAx-Feldes sowie dessen Eingliederung in die Produktentwicklungskette unter Verwendung von Fachvokabular zu beschreiben</li> <li>- die vorgestellten Methoden und Technologien gegenüberzustellen und ihren Einsatz im Bezug zu vorgegebenen Problemstellungen zu begründen</li> <li>- die Funktionen eines Technologievertreters aus dem CAx-Feld bei einer vorgegebenen Problemstellung effektiv anwenden können</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Jedes Semester wechselnd werden zu einem konkreten CAx-Bereich (CAD, CAM, CAP, CAQ) folgende Inhalte behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingliederung des Unternehmensbereichs hinsichtlich Produktentstehung/Produktlebenszyklus Funktionen, Prozesse und Tätigkeiten des Unternehmensbereichs Informationsflüsse (zugrundeliegende Daten, Objekte und Artefakte) und weitere Verbindung zu anderen Unternehmensbereichen</li> <li>• Überblick zu typischen Problemstellungen und darauf anwendbare Methoden im Aufgabenfeld des Unternehmensbereichs Methodenvergleich</li> <li>• Überblick der marktdominierenden CAx-Technologien zur Unterstützung des Aufgabenfeldes Technologievergleich</li> <li>• Anwendungsbezogene Detailvorstellung der Funktionen und Repräsentationsformen eines Vertreters dieser Technologien im Rahmen konkreter Beispielprobleme</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• D. Roller. CAD: Effiziente Anpassungs- und Variantenkonstruktion. Springer, Heidelberg, 1995.</li> <li>• S. Vajna, C. Weber, H. Bley, K. Zeman. CAx für Ingenieure - Eine praxisbezogene Einführung. Springer, Heidelberg, 2009.</li> <li>• G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen, K.-H. Grote. Konstruktionslehre - Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung. Springer, Heidelberg, 2007.</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 249001 Übung Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	24901 Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 [24901] Fachpraktikum Rechnergestützte Methoden der Produktentwicklung (LBP), schriftlich oder mündlich, Gewicht: 1.0
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Grundlagen der Informatik

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</p> <p>- Modul 10170 Imaging Science</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p> <p>The student knows the basics of feature extraction and representation, 3-D computer vision, image segmentation and pattern recognition. He/she can solve problems of the field using the methods discussed in the course.</p>		
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> </ul>		



- Klassifikation mit nicht-parametrischen Verfahren
- Dimensionsreduktion •Linear Diffusion, Scale Space •Image Pyramids, Edges and Corners •Hough Transform, Invariants
- Texture Analysis •Scale Invariant Feature Transform •Image Sequence Analysis: Local Methods •Motion Models, Tracking, Feature Matching •Image Sequence Analysis: Variational Methods
- Camera Geometry, Epipolar Geometry •Stereo Matching and 3-D Reconstruction •Shape-from-Shading •Isotropic and Anisotropic Nonlinear Diffusion •Segmentation with Global Methods •Continuous Scaled Morphology, Shock Filters •Mean Curvature Motion •Self-Snakes, Active Contours •Bayes Decision Theory for Pattern Recognition •Classification with Parametric Techniques, Density Estimation •Classification with Non-Parametric Techniques •Dimensionality Reduction

---

14. Literatur:

- Forsyth, David and Ponce, Jean, Computer Vision. A Modern Approach, 2003.
- Bigun, J.: Vision with Direction, 2006.
- L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision, 2001.
- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001.

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294301 Vorlesung Computer Vision
- 294302 Übung Computer Vision

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 29431 Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29431] Computer Vision (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 , Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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 paths</li> <li>- Subdivision schemes: basic concept, convergence and limit process, subdivision 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> </ul>		

- Cloth animation: continuum mechanics, mass-spring model, numerical solvers for ordinary differential equations, explicit and implicit integrators
  - Collision: efficient collision detection, bounding volume hierachies, hierarchical space partitioning, collision handling, sliding and resting contact
  - Fluid simulation: wave equation, Navier Stokes, level sets, particle level sets
  - 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 Recipies
  - The Art of Scientific Computing. Cambridge University Press, 1986.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 294401 Vorlesung mit Übungen Geometrische Modellierung und Animation
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
 Eigenstudiumstunden: 138 h  
 Gesamtstunden: 180 h

---

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: 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p>		
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:	<p>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).</p> <p>This lecture introduces to modern methods in Machine Learning, including discriminative as well as probabilistic generative models. A preliminary outline of topics is:</p> <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> </ul>		

- representation learning and embedding (kernel PCA and derivatives, deep learning)
- graphical models
- inference in graphical models (MCMC, message passing, variational)
- learning in graphical models
- structure learning and model selection
- relational learning

Please also refer to the course web page: <http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/mlr/marc/teaching/13-MachineLearning/>

---

14. Literatur:	<p>[1] <i>The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction</i> by Trevor Hastie, Robert Tibshirani and Jerome Friedman. Springer, Second Edition, 2009. full online version available: <a href="http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/">http://www-stat.stanford.edu/~tibs/ElemStatLearn/</a> (recommended: read introductory chapter)</p> <p>[2] <i>Pattern Recognition and Machine Learning</i> by Bishop, C. M.. Springer 2006. online: <a href="http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/">http://research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/prml/</a> (especially chapter 8, which is fully online)</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 294701 Lecture Machine Learning</li> <li>• 294702 Exercise Machine Learning</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours</p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich</li> <li>• 29471 Machine Learning (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Autonome Systeme

## Modul: 29480 Loose Coupling and Message Based Applications

2. Modulkürzel:	052010003	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Understand the problem of application integration and the fundamental concept of loose coupling. The pros and cons of messaging are clear, and the architecture of Message Oriented Middleware is understood. Key patterns of using messaging to solve (enterprise) application integration problems are understood.</p>		
13. Inhalt:	<p>Messaging is a cornerstone of the integration of heterogeneous applications inside and among enterprises. Applications that need to share data synchronously or asynchronously with each other can be made to interoperate by means of the feature-rich Message-Oriented Middleware (MOM) that has grown ubiquitous in enterprises. During this course we treat the approaches and challenges of application integration through messaging. At first, we will address concepts such as (a-)synchronous messaging and the different messaging styles, e.g. point-to-point and publish-subscribe, that are the foundation of message-based application integration. Later in the course we will take an in-depth look at the mechanics and architecture of MOM, in particular of the Java Messaging Service (JMS), which will also be used in examples and exercises. Throughout the course we will discuss and apply extensively Enterprise Application Integration (EAI) patterns. Especially, endpoint patterns, routing patterns, transformation patterns, messaging patterns, channel patterns, and management patterns will be presented, the composability of these patterns will be explained.</p>		
14. Literatur:	<p>G. Hohpe and B. Woolf: "Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions." Addison-Wesley Professional, ISBN-13: 978-0321200686. October 2003.</p> <p>M. Hapner et al: Java Messaging Service API Tutorial und Reference. Addison-Wesley 2001.</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 294801 Vorlesung mit Übungen Lose Kopplung & Message-basierte Integration
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29481 Loose Coupling and Message Based Applications (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (30 min)
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

## Modul: 29500 Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900014	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Dr.-Ing. Martin Fuchs		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul 051900002 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know theoretical foundations for visual computing and acquired practical expertise in its core techniques. They are able to acquire scenes with digital cameras, can model their behavior and create content for non-2D displays and camera-projector systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class is concerned with the digital processing of visual information by means of computer vision, computer graphics and image processing. It covers the following three interlocking topic complexes:</p> <p>Image processing:          mathematical basics of image representations          noise models and noise suppression (including morphological, bilateral, and non-local filters)          selected topics from discrete image processing on image regions (e.g. photo montage with graph cuts, texture synthesis and space-time video completion)</p> <p>Measuring / displaying light:          selected topics from simple optics (esp. thin lenses and their interactions with light)          geometric camera models and calibration, typical optical distortions and means to counter them          radiometric camera calibration and HDR imaging          measuring and displaying color          plenoptic imaging / integral photography techniques, light field rendering and light field displays          passive stereo          Combined camera / illumination systems          camera - illumination systems and photometric stereo          active stereo and projector-camera systems          the light transport matrix, its measurement and applications</p> <p>Throughout, the class equally covers both acquisition (camera) and displays systems.</p>		



14. Literatur:	Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995 J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990 Jähne, Bernd, Digitale Bildverarbeitung, 2005 Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295001 Vorlesung mit Übungen Visual Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 29501 Visual Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen 30 Min
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visual Computing

## Modul: 29510 Service Computing

2. Modulkürzel:	052010004	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>A diversity of technologies enable nowadays computer-based interactions on the Web and on the Internet. The aim of this course is to make the students familiar with some of the most pervasive technologies that come together to form the Web and the Internet as we know it, and that enable to build large-scale application systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>At first, we will cover the Web-centric technologies that enable the interaction of humans with Web content, e.g. HTTP, SMTP, AJAX, CSS and MIME . On the server-side part of technology, we will treat several Java EE technologies such as portlets, servlets, and JSP.</p> <p>The second part of the course will cover a set of technologies that are prominent in the landscape of Service-Oriented Architecture (SOA). In a nutshell, SOA is a paradigm that advocates the creation of complex, value added applications by reusing and composing independent and loosely coupled (software) services. We will dissect prominent SOA concepts like service discovery, addressing, policies, Service Bus, coordination protocols and service compositions. The architectural concepts will be complemented with an outlook of the technologies that embody them in the landscape of enterprise computing. In particular, we will cover several XML-centric technologies that sit at the core of Web services, e.g. XSD, SOAP, WSDL and Policy. In addition to the SOAP-based approach to Web services, we will also explore their REST aspect. Building on this portfolio of technologies, we will discuss the relationships between Web service technologies and "hot" items on the enterprise computing agenda such as autonomic/organic computing and cloud computing.</p>		
14. Literatur:	<p>S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson: "Web Services Platform Architecture", Prentice Hall 2005</p>		

G. Alonso, F. Casati, H. Kuno, V. Machiraju: "Web Services", Springer 2004  
E. Wilde: "World Wide Web", Springer 1999  
M.P. Papazoglou: "Web Services: Principles und Technology", Pearson Education Limited 2008  
N.M. Josuttis: "SOA in Practice: The Art of Distributed System Design", O'Reilly 2007  
Th. Erl: "SOA: Entwurfsprinzipien für serviceorientierte Architektur", Addison-Wesley 2008  
D.A. Chappell: "Enterprise Service Bus", O'Reilly 2004

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295101 Vorlesung mit Übungen Service Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Nachbearbeitungszeit: 138 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29511 Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1 schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)
18. Grundlage für ... :	Ausgewählte Themen des Service Computing
19. Medienform:	Lecture and accompanying exercises
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 29570 Computer Interface Technologien

2. Modulkürzel:	051230105	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. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in mindestens einem Fach der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern und Erfahrungen in mindestens einer Programmiersprache.		
12. Lernziele:	Die Studierenden haben die Funktionsweise und den Aufbau von Coputer Interfaces verstanden. Sie beherrschen verschiedene Interface-Konzepte und kennen die Eigenschaften der Datenströme wie Latenzzeit, tatsächliche Durchsatzrate, Echtzeitfähigkeit, Umgang mit Übertragungsfehlern, etc.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen - Computer Interfaces</li> <li>• Computer Interfaces und OSI-Modelle</li> <li>• Bus- und Netz-Topologien</li> <li>• Line und Error Codes</li> <li>• Protokolle</li> <li>• Treiber</li> <li>• Compliance Tests</li> <li>• Standardization Groups: USB, PCI, etc.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patterson, David A. Hennessey, John L., Computer Organization and Design - The Hardware / Software Interface, 2008</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295701 Vorlesung mit Übung Computer Interface Technologien		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29571 Computer Interface Technologien (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 [29571] Computer Interface Technologien (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Minuten oder mündliche Prüfung von 30 Min.		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
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 • Huffman coding • Universal codes • Arithmetic coding • Lossy and Lossless compression • Image data compression • Dictionary based compression</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khalid Sayood, Introduction to Data Compression, 2005.</li> <li>- More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295801 Vorlesung mit Übung Datenkompression		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
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: 29590 Digitale Systeme

2. Modulkürzel:	051230120	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in einem Fach aus der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Gebiet.		
12. Lernziele:	Die Studierende beherrschen den Entwurf Digitaler Systeme durch die Integration von digitalen Komponenten auf einem Board und die Realisierung von digitaler Komponenten mittels FPGAs.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktische Einführung in den System-Entwurf mit digitalen Komponenten wie Schnittstellenbausteinen zur Kommunikation, FPGAs, Prozessoren, intelligenten Sensoren etc.</li> <li>• Einführung und Verwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL zum Entwurf Digitaler Systeme</li> <li>• Digitale Systeme und Board-Integration von digitalen Komponenten</li> <li>• Aufbau von Computer-Boards u. Gbit/s-Interconnects</li> <li>• Entwurf auf höheren Abstraktionsebenen zur schnellen Entwicklung von Prototypen</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kou-Chuan Chang, K.C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 295901 Vorlesung mit Übung Digital System Design I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h</p> <p>Eigenstudiumstunden: 138 h</p> <p>Gesamtstunden: 180 h</p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29591 Digitale Systeme (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29591] Digitale Systeme (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0, Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündliche Prüfung von 30 Min. [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Parallele Systeme

---

## Modul: 29600 Digital System Design II

2. Modulkürzel:	051230122	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. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This lectures requires the knowledge of "System Design I". Alternatively, knowledge of "Technische Informatik" is sufficient to follow the course.		
12. Lernziele:	The students will learn to build and implement a complex digital system by using digitals components on a circuit board, and will acquire an in-depth knowledge for implementing complex digital systems using FPGA's.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation of a case study of a digital system</li> <li>• Simulatable specification of the system</li> <li>• Architecture for Implementation using FPGAs'</li> <li>• Design and design tools for board integration</li> <li>• Implementation of a digital system</li> <li>• Verification of a digital system</li> </ul>		
14. Literatur:	- Kou-Chuan Chang, K. C. Chang, Digital Systems Design with VHDL and Synthesis: An Integrated Approach, 1999. - More literature is named in the lecture		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296001 Vorlesung mit Übung Digital System Design II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29601 Digital System Design II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 29601] Digital System Design II (PL), schriftlich oder mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		



## Modul: 29610 Hardware Based Fault Tolerance

2. Modulkürzel:	051710023	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Michael Kochte Hans-Joachim Wunderlich		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10140 Grundlagen der Rechnerarchitektur / Advanced Processor Architecture</li> <li>- Modul 10310 Rechnerorganisation</li> </ul>		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge of methods for reliability assessment of circuits and systems</li> <li>- Knowledge of the main techniques for implementing fault tolerance</li> <li>- Knowledge how to design fault tolerant circuits and systems</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Micro- and Nano-electronic systems can exhibit failures both right after production and during their operation. Systems for which safety and security is of concern have to be designed in a way that the desired function can be delivered even if some components fail or produce erroneous outputs. This lecture presents the most important design techniques that allow to tolerate hardware faults up to a certain degree. The topics of the lecture are as follows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terminology</li> <li>- Measures of fault tolerance</li> <li>- Techniques for structural and time redundancy</li> <li>- Error detection and diagnosis</li> <li>- Fault masking, repair, reconfiguration</li> <li>- Fault-tolerant distributed systems</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Apart from lecture slides, the following books can be used to deepen on the topics of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- I. Koren and C. M. Krishna: Fault-Tolerant Systems, Morgan-Kaufman (2007).</li> <li>- P. K. Lala: Self-Checking and Fault-Tolerant Digital Design, Morgan-Kaufmann Publishers (2001).</li> <li>- D.K. Pradhan: Fault-Tolerant Computer Design, Prentice Hall (1996).</li> <li>- R.N. Rao and E. Fujiwara: Error Control Coding for Computer Systems, Prentice Hall (1989).</li> <li>- M.L. Bushnell and V.D. Agrawal: Essentials of Electronic Testing, Klumer Academic Publishers (2000).</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296101 Vorlesung Hardware Based Fault Tolerance</li> </ul>		

- 296102 Übung Hardware Based Fault Tolerance
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

29611 Hardware Based Fault Tolerance (PL), Schriftlich oder  
Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[29611] Hardware Based Fault Tolerance (PL), schriftlich oder  
mündlich, 90 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

Laptop presentation

---

20. Angeboten von:

Rechnerarchitektur

---

## Modul: 29640 Mikrocontroller

2. Modulkürzel:	051230115	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Knowledge of at least one programming language and knowledge in the field of computer science or similar subjects.</p> <p>Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache und in mindestens einem Fach aus dem Bereich dem Bereich der Technischen Informatik oder ähnlichen Fächern.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students are able to master the practical programming of microcontrollers and are familiar with classical architectures.</p> <p>Historical Overview Microcontroller architectures Applications of microcontrollers Instruction set classic microcontroller Assembly language programming of microcontrollers C programming for microcontrollers</p> <p>Studierende beherrschen die praktische Programmierung von Mikrocontrollern und kennen klassische Architekturen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historische Übersicht</li> <li>• Mikrocontroller-Architekturen</li> <li>• Einsatzgebiete von Mikrocontrollern</li> <li>• Befehlssatz klassischer Microcontroller</li> <li>• Assembler-Programmierung von Mikrocontrollern</li> <li>• C-Programmierung von Mikrocontrollern</li> </ul>		
13. Inhalt:	<p>Microcontrollers (also called micro,Controller, micro,C, MCU) are IC's that combine at least peripheral functions on a single chip. In many cases, the working and programming memory is also partially or completely on the same chip . A microcontroller is practically a one-chip computer system. The number of built-in microcontroller exceeds by far the number of microprocessors . A microcontroller is often part of an embedded system in devices of everyday life like washing machines, smart cards (money, telephone cards),</p>		

consumer electronics (VCRs, disc players, radios, televisions, remote controls), office electronics, motor vehicles (ECU for ABS, airbag, engine, instrument cluster, ESP, etc.), mobile phones and even in clocks and watches. In addition they are found on virtually all computer peripherals including keyboards, mouse, printers, monitors, scanners etc.

Microcontrollers are adapted to performance and respective features of the application. Therefore they have significant advantages in cost and power consumption compared with normal computers.

Small microcontrollers are available in high numbers for less than 1\$.

Als Microcontroller (auch micro,Controller, micro,C, MCU) werden ICs bezeichnet, die mit dem Prozessor mindestens Peripheriefunktionen auf einem Chip vereinen. In vielen Fällen befindet sich der Arbeits- und Programmspeicher ebenfalls teilweise oder komplett auf dem gleichen Chip. Ein Mikrocontroller ist praktisch ein Ein-Chip-Computersystem. Die Anzahl der verbauten Mikrocontroller überschreitet bei weitem die Zahl der Mikroprozessoren.

Der Mikrocontroller tritt in Gestalt von eingebetteten Systemen im Alltag oft unbemerkt in technischen Gebrauchsartikeln auf, zum Beispiel in Waschmaschinen, Chipkarten (Geld-, Telefonkarten), Unterhaltungselektronik (Videorekordern, CD-/DVD-Playern, Radios, Fernsehgeräten, Fernbedienungen), Büroelektronik, Kraftfahrzeugen (Steuergeräte für z.B. ABS, Airbag, Motor, Kombiinstrument, ESP usw.), Mobiltelefonen und sogar in Uhren und Armbanduhren. Darüber hinaus sind sie in praktisch allen Computer-Peripheriegeräten enthalten (Tastatur, Maus, Drucker, Monitor, Scanner uvm.).

Mikrocontroller sind in Leistung und Ausstattung auf die jeweilige Anwendung angepasst. Daher haben sie gegenüber normalen Computern deutliche Vorteile bei den Kosten und der Leistungsaufnahme. Kleine Mikrocontroller sind in höheren Stückzahlen für deutlich unter 1a,, - verfügbar.

Aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jörg Wiegelmann, Softwareentwicklung in C für Mikroprozessoren und Mikrocontroller: C- Programmierung für Embedded-Systeme, 2009</li> </ul> <p>More literature is named in the lecture</p>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296401 Vorlesung mit Übung Mikrocontroller</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden                  Selbststudium: 138 Stunden  <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>29641 Mikrocontroller (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min.,                  Gewichtung: 1</p> <p>Schriftliche Prüfung von 120 Min. oder mündlichen Prüfung von 30 Min.</p>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Parallele Systeme

---

## Modul: 29650 Parallele Programmierung

2. Modulkürzel:	051230130	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Weitere Sprachen
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Sven Simon		
9. Dozenten:	Sven Simon		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnisse in mindestens einer Programmiersprache. Kenntnisse in mindestens einem Fach der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Fach.		
12. Lernziele:	Studierende beherrschen die Programmierung von Multi-Core Prozessoren und paralleler Rechner bzw. Computing-Systemen.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Parallelisierungsansätze: Parallelisierung durch Datenzerlegung, parallele lineare Algebra, etc.</li> <li>• Message Passing Interface</li> <li>• Open MP</li> <li>• C-Programmierung für FPGAs</li> <li>• Graphische Programmierung</li> <li>• GPU-Programmierung</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thomas Rauber und Gundula Rürger, Multicore: Parallele Programmierung (Informatik Im Fokus), 2007</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296501 Vorlesung mit Übung Parallele Programmierung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29651 Parallele Programmierung (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29670 Rapid Prototyping

2. Modulkürzel:	051230135	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. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Erfahrungen in mindestens einer Programmiersprache.		
12. Lernziele:	Die Studierenden beherrschen die schnelle Realisierung von Computing-Systemen ausgehend von einer Algorithmen-Implementierung unter Verwendung eines Computer-Algebrasystems.		
13. Inhalt:			
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• James O. Hamblen und Michael D. Furman, Rapid Prototyping of Digital Systems: A Tutorial Approach, 2001</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 296701 Vorlesung mit Übung Rapid Prototyping</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29671 Rapid Prototyping (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
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:	<p>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.</p>		
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: 29690 Real-Time Video Processing I

2. Modulkürzel:	051230140	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires knowledge and experience in (at least) one programming language as well as knowledge of the subject of Technische Informatik or a similar course		
12. Lernziele:	The Students will gain knowledge in the implementation of algorithms, architectures and exemplary processors for real-time video processing		
13. Inhalt:	<p>Introduction: analog/digital Television</p> <p>Cameras, Image sensors and their characteristics</p> <p>Image Filtering, Bayer Filter</p> <p>Motion Analysis</p> <p>video compression</p> <p>video communication</p> <p>video processing</p> <p>Parallel architecture, video processors and Implementation of hardware components for real-time video processing algorithms</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 296901 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing I		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29691 Real-Time Video Processing I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29700 Real-Time Video Processing II

2. Modulkürzel:	051230142	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. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Voraussetzung für Real-Time Video Processing II sind Kenntnisse von Real-Time Video Processing I. Alternativ sind Kenntnisse aus einem Fach der Technischen Informatik oder einem ähnlichen Fach oder Kenntnisse im Bereich der Datenkompression oder der Bildverarbeitung oder der Signalverarbeitung Voraussetzung.		
12. Lernziele:	Die Studierenden können praktisch Real-Time Video Processing Systeme aufbauen.		
13. Inhalt:	Vorstellung der Fallstudie eines Video Processing Systems Auswahl der Algorithmen des Video Processing Systems Implementierung und Verifikation der Algorithmen Architektur-Entwicklung des Video Processing Systems Performance-Analyse der Architektur Implementierung und System-Verifikation		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</li> <li>• More literature is named in the lecture</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297001 Vorlesung mit Übung Real-Time Video Processing II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29701 Real-Time Video Processing II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 29710 Embedded Systems Engineering

2. Modulkürzel:	051711027	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	keine		
12. Lernziele:	Master-level understanding of the design methodology and advanced design techniques for constructing and analyzing embedded hardware / software systems.		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to embedded systems and their design constraints</p> <p>2. Synthesis models and algorithms</p> <p>3. System level synthesis</p> <p>4. High level synthesis</p> <p>5. Pipelined data path and controller design</p> <p>6. Software task scheduling and schedulability analysis</p> <p>7. Static and dynamic methods for scheduling and priority assignment</p> <p>8. Communication architectures for embedded systems</p>		
14. Literatur:	<p>- Skript „Embedded Systems Engineering</p> <p>- G. Buttazzo: Hard Real Time Computing Systems. 2nd edition, Springer, 2005.</p> <p>- P. Eles, K. Kuchcinski, Z. Peng: System Synthesis with VHDL. Kluwer Academic Publishers, 1998.</p> <p>- P. Marwedel: Embedded Systems Design. Springer, 2006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297101 Vorlesung Embedded Systems Engineering</li> <li>• 297102 Übung Embedded Systems Engineering</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29711 Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [29711] Embedded Systems Engineering (Klausur) (PL), schriftlich, eventuell mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 29720 Mobile Computing

2. Modulkürzel:	051200166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Frank Dürr Kurt Rothermel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Rechnernetze		
12. Lernziele:	<p>The knowledge that has been acquired in the course Computer Networks I regarding concepts, protocols, and technologies of computer networks , will be extended to mobile devices and wireless communication systems and procedures. The objective of this lecture is to understand problems that might occur in the usage of mobile devices as well as to obtain knowledge to develop solutions for these problems and to communicate with experts. The Participants will learn about advantages and the disadvantages of specific wireless communication technologies for mobile devices and will be able to use appropriate protocols for the applications or modify them as needed. The exercises are used to provide practical experience in programming, analysis, performance evaluation of mobile and wireless communication systems as well as the expertise in the usage of appropriate tools.</p>		
13. Inhalt:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fundamentals of wireless data transmission</li> <li>2. Media access for wireless networks</li> <li>3. Location Management</li> <li>4. Wireless Wide Area Networks</li> <li>5. Wireless networks (local/personal)</li> <li>6. Ad-hoc Networks: Exchange, Location administration</li> <li>7. Mobility in IP-networks</li> <li>8. Transport layer protocols for mobile systems</li> <li>9. Location of services</li> <li>10. Mobile data access</li> <li>11. Introduction</li> <li>12. Wireless data transmission</li> <li>13. Location Management</li> <li>14. Wireless</li> <li>15. Telephone communication systems : GSM, GPRS,UMTS</li> <li>16. Wireless networks (local/personal): 802.11, Bluetooth</li> <li>17. Ad-hoc Networks: Routing, Location Management</li> <li>18. Internetworking: Mobile IP, Cellular IP</li> <li>19. Transport layers for mobile systems</li> </ol>		

20. Location of services : Problem, JINI, UpnP  
21. Mobile data access: Broadcast Scheduling, Hoarding

---

14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Charles E. Perkins: Mobile IP: Design Principles and Practices. 1997</li><li>• James D. Solomon: Mobile IP: The Internet Unplugged. 1998</li><li>• Jochen Schiller: Mobile Communications. 2000</li><li>• Jörg Roth: Mobile Computing: Grundlagen, Technik und Konzepte. 2002</li><li>• Kian-Lee Tan, Beng-Chin Ooi: Data Dissemination in Wireless Computing Envi-ronments. 2000</li><li>• Tomasz Imielinski, Henry F. Korth (ed.): Mobile Computing. 1996</li></ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297201 Vorlesung mit Übung Mobile Computing
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 29721 Mobile Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), Prüfungsdauer: 90 min schriftlich oder 30 min mündlich</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Folien, Tafel
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme

---

## Modul: 29730 Modelling, Simulation, and Specification

2. Modulkürzel:	051711020	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	Master-level understanding of fundamental models of computation and their simulation, ability to apply them to embedded systems specification.		
13. Inhalt:	<p>Given the complexity and implementation cost of contemporary electronic systems, it is essential to specify their intended functionality before elaborating the implementation. This course focuses on the model-based and executable specification of embedded systems and covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hierarchical concurrent state machine models,</li> <li>• Kahn process networks, synchronous data flow networks,</li> <li>• specification of timing, concurrency, and non-functional aspects,</li> <li>• object-oriented modeling of embedded systems,</li> <li>• event-driven simulation with the example of the SystemC library,</li> <li>• modeling levels with emphasis on transaction level modeling.</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecture Notes "Modelling, Simulation, and Specification".</li> <li>• Jantsch: Modeling Embedded Systems and SoCs Concurrency and Time in Models of Computation. Morgan Kaufman Publishers, 2004.</li> <li>• Black, D., Donovan, D.: SystemC from the Ground Up. Kluwer Academic Publishers, 2004.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 297301 Vorlesung Modelling, Simulation, and Specification</li> <li>• 297302 Übung Modelling, Simulation, and Specification</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Summe: 180 Stunden</b></p>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 29731 Modelling, Simulation, and Specification (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:

Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)

---

## Modul: 29740 Fachpraktikum Eingebettete Systeme

2. Modulkürzel:	051711135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	6	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	wiss. MA		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Modul "Embedded Systems Engineering"		
12. Lernziele:	Ability to apply the design methodology and commercial design tools for constructing and analyzing embedded hardware / software systems. Practical experience in software programming and debugging, digital circuit design and verification, usage of lab equipment such as logic analyzers. Experience in preparing structured technical documentation of specifications and designs.		
13. Inhalt:	This lab course focuses on analysis, design and implementation of embedded hardware/software systems and issues involved in the development of such systems. 1. Embedded software development 2. Usage of drivers for peripheral components 3. Cross-compilation 4. Remote debugging 5. Software performance profiling 6. Design of accelerator hardware digital circuits 7. Digital circuit simulation 8. FPGA implementation (synthesis) of digital circuits 9. Hardware / software interfacing 10. Integrated functional verification of hardware and software		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lab handouts</li> <li>- Documentation of development tools (provided in the lab) -Peter Ashenden: The Designer's Guide to VHDL (book available in the lab)</li> <li>- Black et al.: SystemC from the Ground Up (book available in the lab)</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297401 Übung Fachpraktikum Eingebettete Systeme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29741 Fachpraktikum Eingebettete Systeme (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 [29741] Fachpraktikum Eingebettete Systeme (LBP), schriftlich oder mündlich, Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		



## Modul: 29750 Fachpraktikum Rechnerarchitektur

2. Modulkürzel:	051700025	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Hans-Joachim Wunderlich		
9. Dozenten:	Hans-Joachim Wunderlich Rafal Baranowski Chang Liu Laura Rodriguez Gomez		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 41930 Rechnerorganisation - Modul 10140 Advanced Processor Architecture		
12. Lernziele:	Students are able to design digital systems by using the complete state of the art design automation tool chain.		
13. Inhalt:	In this lab course, the students design and implement a RISC processor and extend it with techniques common for high-performance processors. Hardware structures found in the state of the art processors will be applied and adapted. In order to achieve high frequency, proper design and verification techniques play an important role. The students learn how timing analysis, pipelining and retiming can be used to optimize the synthesis results. Because software has to be specifically tailored to such a processor architecture, the lab course also deals with scheduling techniques that allow to avoid pipeline stalls and hazards.		
14. Literatur:	- D. A. Patterson, J. L. Hennessy: Computer Organization und Design . The Hardware / Software Interface (3rd Edition), San Francisco, Ca.: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004. - J. L. Hennessy and D. A. Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach (3rd Edition), San Francisco, Ca.: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2012.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 297501 Fachpraktikum Rechnerarchitektur		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	29751 Fachpraktikum Rechnerarchitektur (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1 [29751] Fachpraktikum Rechnerarchitektur (LBP), schriftlich oder mündlich, Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Rechnerarchitektur		

## Modul: 39250 Distributed Systems I

2. Modulkürzel:	051200015	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Frank Dürr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programmierung und Software-Entwicklung</li> <li>- Datenstrukturen und Algorithmen</li> <li>- Systemkonzepte und -programmierung</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>The Students will gain an understanding of the basic characteristics, concepts and methods of distributed systems. Furthermore, the ability to analyze existing distributed applications and platforms with regard to its specific properties will be obtained. The implementation of distributed applications as well as system platforms based on the shown methods of that course is another objective. Due to the knowledge provided in that course, the students will be able to communicate with other experts of other professional disciplines, about topics in the field of distributed systems.</p>		
13. Inhalt:	<p>1. Introduction to distributed systems 2. System models 3. Communication: Messages, Remote Procedure Call (RPC), Remote Method Invocation RMI 4. Naming: Generating and Resolution 5. Time Management and clocks in distributed Systems: Applications, logical clocks, physical clocks, synchronization of clocks 6. Global state: concepts, snapshot algorithms, distributed Debugging 7. Transaction management: Serializability, barrier methods, 2-phase-commit-protocols 8. Data replication: primary copy, consensus-protocols and other algorithms 9. Safety/Security: Methods for confidentiality, integrity, authentication and authorization 10. Multicast-algorithms: processing model, broadcast-semantics and algorithms</p>		
14. Literatur:	Literatur, siehe Webseite zur Veranstaltung		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 392502 Übungen Verteilte Systeme</li> <li>• 392501 Vorlesung Verteilte Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 39251 Distributed Systems I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [39251] Distributed Systems I (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0, [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V), schriftlich, eventuell mündlich
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Verteilte Systeme

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
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> </ul>		

- 2nd order methods, (Gauss-)Newton, (L)BFGS
  - blackbox stochastic search, including a discussion of evolutionary algorithms
- 

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: 42900 Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010006	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	611 Grundlagen der Architektur von Anwendungssystemen, Vorlesung mit Übung, 4,0 SWS		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
13. Inhalt:	<p>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).</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Historical Development of the Workflow Technology</li> <li>2. Business Re-engineering (BPM Lifecycle, Tools,...)</li> <li>3. Architecture of WFMS (Navigator, Executor, Worklist Manager,...)</li> <li>4. Flow Languages (FDL, BPEL)</li> <li>5. Process Model Graph (mathematical meta-model: syntax, operational semantics)</li> <li>6. Advanced functions (sub-processes, event handling, instance modifications, adaptation)</li> <li>7. Two-level programming paradigm</li> <li>8. Transactional support in workflows</li> </ol>		
14. Literatur:	<p>F. Leymann, D. Roller, Production Workflow, 2000 W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002</p>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 429001 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 1

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand: Präsenzzeit: 42 Stunden  
Selbststudium: 138 Stunden

---

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: 42910 Advanced Business Process Management

2. Modulkürzel:	052010007	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	052010006 - Business Process Management		
12. Lernziele:	<p>Am Ende der Veranstaltungen haben die Teilnehmer weiterführende Ansätze zur Modellierung von Prozessen und zur Spezifikation von Workflows verstanden. Die Rolle von Muster in der Beschreibung von Workflows ist klar geworden. Verfahren des Process Mining sind theoretisch dargestellt. Die Notwendigkeit zur P2P-Verzahnung (Choreographien) von Prozessen und entsprechende Ansätze sind klar. Ebenso verstanden ist das darüber hinausgehende Konzept der Komponentenverdrahtung. Weitere Architekturen und Einsatzgebiete von WFMS sind verstanden.</p>		
13. Inhalt:	<p>In der Vorlesung werden fortgeschrittene Themen des Workflowmanagement vorgestellt. Aktuelle Entwicklungen aus dem Forschungsumfeld und der Industrie auf dem Gebiet werden diskutiert.</p> <p>Human Task Management          Weitere Ansätze zur Prozessmodellierung (Pi-Kalkül, WSFL, XLANG,...)          Muster (Kontrol-, Datenfluss, Organisatorisch)          Process Monitoring          Process Mining          Peer-to-Peer Verzahnung von Prozessen (Choreographie, Gebrauchsanweisungen,...)          Verdrahten von Komponenten (Global Models,...)          Anwendungsbereiche (Manufacturing, Compliance,...)          Prozessadaption und -flexibilität</p>		
14. Literatur:	W. van der Aalst, K. van Hee, Workflow Management, 2002		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 429101 Vorlesung mit Übungen, Workflow Management 2		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden          Selbststudium: 138 Stunden</p>		



17. Prüfungsnummer/n und -name: 42911 Advanced 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: 42920 Hardware-Software-Codesign

2. Modulkürzel:	051711110	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Martin Radetzki		
9. Dozenten:	Martin Radetzki		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Bachelor-Veranstaltung "Grundlagen der Eingebetteten Systeme" oder gleichwertige Kenntnisse		
12. Lernziele:	Ability to conceptualize systems so that an application-specific, optimized trade-off between hardware and software implementation of system functionality is achieved.		
13. Inhalt:	This module deals with the joint design and optimization of hardware and software for pre-defined applications, covering the following topics: 1. Models for system specification 2. Modelling and simulation with the SystemC library 3. Synthesis of system architectures 4. Resource allocation and operation binding 5. Partitioning of functionality among hardware and software 6. Scheduling and schedulability for parallel multi-core architectures 7. Methods for system optimization 8. Application specific instruction set processors (ASIPs) 9. Network-on-Chip (NoC) interconnect architectures		
14. Literatur:	J. Teich, Digitale Hardware/Software-Systeme, 2. Auflage, 2007.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 429202 Übung Hardware-Software-Codesign</li> <li>• 429201 Vorlesung Hardware-Software-Codesign</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	42921 Hardware-Software-Codesign (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 [42921] Hardware-Software-Codesign (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Eingebettete Systeme (Embedded Systems Engineering)		

## Modul: 45730 Distributed Systems II

2. Modulkürzel:	051200169	5. Moduldauer:	Zweimestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Kurt Rothermel Ruben Mayer		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The Lecture requires basic knowledge from the course Distributed Systems I		
12. Lernziele:	In this lecture, the aquired knowledge from the previous lecture Distributed Systems I is depend. The student will gain information about further practice-oriented problems and will implement protocols to solve those problems. The student will be capable to analyze distributed systems in terms of these problems, design, apply and develop protocols for specific applications.		
13. Inhalt:	1. Group communication 2. Consensus 3. Fault tolerant services 4. Wave algorithms 5. Termination 6. Garbage collection 7. Election 8. Deadlocks 9. Organisational und Introduction		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J.L. Welch, H. Attiya, Distributed Computing: Fundamentals, Simulations and Advanced Topics, 1997. The event is based on a collection of scientific papers, which will be announced in the lecture.</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 457301 Vorlesung Verteilte Algorithmen</li> <li>• 457302 Vorlesung Asynchronous Middleware Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>45731 Distributed Systems II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>[45731] Distributed Systems II (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0</p>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme		

## Modul: 45750 Fachpraktikum Verteilte Systeme

2. Modulkürzel:	051200111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Kurt Rothermel		
9. Dozenten:	Frank Dürr		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Verteilte Systeme - Rechnernetze II		
12. Lernziele:	<p>Die Teilnehmer besitzen die Fähigkeit, verteilte Anwendungen und Dienste zu entwerfen und zu implementieren. Sie besitzen praktische Kenntnisse in der Netzprogrammierung und der Programmierung von Client/Server-Anwendungen.</p> <p>Sie verfügen über praktische Kenntnisse über Technologien und Werkzeugen zur Implementierung und zum Testen verteilter Systeme.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Socket-Programmierung</li> <li>- Höherwertige Kommunikationsprotokolle und Webservice-Schnittstellen (HTTP und XML/JSON, RPC, SOAP, REST)</li> <li>- Client/Server-Systeme</li> <li>- Peer-to-Peer- und Ad-hoc-Kommunikation</li> <li>- Entwicklungsumgebungen</li> <li>- Test verteilter Systeme</li> </ul>		
14. Literatur:	- A.S. Tanenbaum: Computer Networks, 4th Edition, 2003		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 457501 Fachpraktikum Verteilte Systeme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	45751 Fachpraktikum Verteilte Systeme (PL), Sonstige, Gewichtung: 1 [45751] Fachpraktikum Verteilte Systeme (PL), Sonstiges, Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Verteilte Systeme		

## Modul: 46660 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation

2. Modulkürzel:	052000111	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:	Kristof Klöckner		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Compulsory --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Service Computing, Business Process Management		
12. Lernziele:	The students will learn the basics of systems management and cloud computing.		
13. Inhalt:	<p>Cloud Computing is an emerging paradigm for consumption and delivery of IT based services, based on concepts derived from consumer internet services, like self-service, apparently unlimited or elastic resources and flexible sourcing options. In this course we will discuss the technical foundations of cloud computing, as well as the business models associated with it.</p> <p>We will start by looking at virtualization and service management as the technical underpinnings. We will then look at infrastructure services and platform services, with a particular focus on emerging programming models for the cloud. We will discuss the trade-offs made between consistency and availability as well as extensions to traditional programming models. We also look at the life-cycle of applications in the cloud.</p> <p>Finally, we will look some of the challenges of Software as a Service, like multi-tenancy.</p> <p>Throughout the course, we will look both at existing products and services as well as the theoretical underpinnings.</p> <p>The course will be held as a combination of lectures and participant discussion.</p>		
14. Literatur:	To be announced in the lecture.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 466601 Vorlesung Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> <li>• 466602 Exercise Service Management and Cloud Computing, and Evaluation</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden</p> <p>Selbststudium: 138 Stunden</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name:
- 46661 Service Management and Cloud Computing, and Evaluation (PL), Mündlich, 30 Min., Gewichtung: 1
  - V Vorleistung (USL-V), Mündlich, 30 Min.
- Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.  
Modul nicht in der Vertiefungslinie wählbar!
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>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.</p>		
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> <li>• S. Lynch. Dynamical Systems with Applications using Matlab, Birkhäuser, 2004</li> <li>• A. V. Oppenheim, R. W. Schafer, J. R. Buck. Discrete-time Signal Processing, Prentice Hall, second edition, 1999</li> <li>• J. S. Walker. A primer on WAVELETS and Their Scientific Applications. Chapman und Hall/CRC, 2008</li> </ul> <p>Optional German literature:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• B. Jähne. Digitale Bildverarbeitung. Springer, 2005</li> <li>• H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 1: Grundkurs. 5. Auflage, Teubner, 2005</li> <li>• H. Fischer, H. Kaul. Mathematik für Physiker - Band 2: Gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen, mathematische Grundlagen der Quantenmechanik. 2. Auflage, Teubner, 2004</li> <li>• H. R. Schwarz, N. Köckler. Numerische Mathematik. 6. Auflage, Teubner, 2006</li> <li>• M. Oberguggenberger, A. Ostermann. Analysis für Informatiker. Springer, 2009</li> <li>• J. Encarna,,o, W. Straßer, R. Klein. Graphische Datenverarbeitung 1. Oldenburg Verlag, 1996</li> </ul>
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 467601 Vorlesung Theoretische und Methodische Grundlagen des Visual Computing</li> </ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	
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>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Visualisierung



## Modul: 48480 Data Engineering

2. Modulkürzel:	051210011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture Modellierung or comparable course		
12. Lernziele:	<p>The students learn the basic concepts of modeling and system-related issues in data engineering in general and with respect to specific application areas in research-related and engineering-related areas. The methodological basis is defined by information extraction and information analysis, all based on effective metadata management.</p>		
13. Inhalt:	<p>Data engineering involves any data processing necessary to prepare data for subsequent use, e.g., for data analytics or learning. This lecture covers foundations, algorithms, and systems on selected topics of data engineering. These include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data collection: how do we find relevant data sources?</li> <li>• Big Data integration: Given the unique properties of big data, how can data from multiple data sources be combined to get a more global perspective on a subject to be analyzed?</li> <li>• Data cleaning: How can important properties and errors of data be assessed and corrected?</li> <li>• Data distribution: What modern technologies support the wide dissemination of data?</li> <li>• Provenance: How can the whole data engineering process be documented, controlled, and improved leveraging so-called provenance meta-data?</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>There is no unique book covering all aspects of data engineering. The lecture is however significantly based on selected chapters of the following books.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Xin Luna Dong and Divesh Srivastava. Big Data Integration. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2015.</li> <li>• Wanfei Fan and Floris Geerts. Foundations of Data Quality Management. Synthesis Lectures on Data Management, Morgan an Claypool, 2012.</li> </ul>		

- AnHai Doan, Alon Halevy, and Zachary Ives. Principles of Data Integration. Morgan Kaufmann, 2012.
  - James Cheney, Laura Chiticariu, and Wang Chiew Tan. Provenance in Databases: Why, How, and Where. Foundations and Trends in Databases, Vol. 1, No.4, 2007.
- 

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 484802 Exercise Data Engineering
  - 484801 Lecture Data Engineering
- 

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

Präsenzstunden: 42 h  
Eigenstudiumstunden: 138 h  
Gesamtstunden: 180 h

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48481 Data Engineering (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Datenbanken und Informationssysteme

---

## Modul: 48500 Image Synthesis

2. Modulkürzel:	051903654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	- Modul 10060 Computergraphik		
12. Lernziele:	<p>The students know the theoretical foundations of image synthesis and have practical expertise in programming of rendering systems. They know several approaches and algorithms for three-dimensional computer graphics, both for real-time and physically accurate rendering.</p>		
13. Inhalt:	<p>The class covers physically based rendering techniques such as ray/path tracing and radiosity, computer graphics models for light transport and light/scene interaction, as well as numerical methods such as Monte Carlo integration and finite element methods which approximate solutions to the rendering equation. In addition, techniques which specifically employ modern graphics processing hardware are covered which approximate physically correct solutions in interactive application scenarios by means of rasterization and image-space rendering.</p> <p>Specifically, the class covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics hardware and rasterization APIs by example of OpenGL</li> <li>• textures and procedural models</li> <li>• shading and shadow computations in rasterization pipelines</li> <li>• scene graphs, culling and level-of-detail approaches</li> <li>• physically based rendering and photo-realistic image synthesis</li> <li>• local shading and material models, especially the BRDF</li> <li>• the rendering equation</li> <li>• ray tracing and Monte-Carlo approaches</li> <li>• global illumination simulation (especially by means of radiosity, distribution ray tracing and path tracing)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andrew S. Glassner, Principles of Digital Image Synthesis, 1995.</li> <li>• J. Foley, A. van Dam, S. Feiner, J. Hughes, Computer Graphics: Principle and Practice, 1990.</li> <li>• M. Pharr, G. Humphreys, Physically Based Rendering, 2004.</li> </ul>		

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485001 Lecture Image Synthesis
- 485002 Exercise Image Synthesis

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 48501 Image Synthesis (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich [48501] Image Synthesis (PL), schriftlich oder mündlich, 120 Min., Gewicht: 1.0 [Prüfungsvorleistung] Vorleistung (USL-V ), schriftlich oder mündlich

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Visual Computing

---

## Modul: 48540 Practical Course Embedded Image Processing

2. Modulkürzel:	051230111	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	This course requires experience in (at least) one programming language as well as knowledge in a subject of Technische Informatik		
12. Lernziele:	The Students will learn to design and implement Embedded Image Processing Systems.		
13. Inhalt:	The main objective of that course is a case study to design and implement embedded image processing systems.		
14. Literatur:	<p>Roger Clarke und R. J. Clarke von Academic Press Inc, Digital Compression of Still Images and Video (Signal Processing and Its Applications), 1995</p> <p>More literature is named in the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485401 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48541 Practical Course Embedded Image Processing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 48550 Practical Course Information Systems

2. Modulkürzel:	051200135	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlegende Kenntnisse zu Datenbanksystemen, Informationssystemen und Programmiersprachen.		
12. Lernziele:	Studierende trainieren den praktischen Umgang mit aktuellen Informationssystemen und lernen typische Aufgaben der Informationsverarbeitung mit diesen Systemen zu bewältigen. Diese praktische Erfahrung ermöglicht es den Studierenden die Informationssysteme in verschiedenen Anwendungsbereichen gezielt einzusetzen.		
13. Inhalt:	Der Schwerpunkt dieses Kurses liegt auf dem Entwurf und der Entwicklung datenorientierter Anwendungen. Dies umfasst sowohl Kerndatenbanktechnologie als auch Middleware und Web-Technologie.		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the course		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485501 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48551 Practical Course Information Systems (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		

## Modul: 48560 Practical Course Robotics

2. Modulkürzel:	051200222	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Courses: Robotics I, Reinforcement Learning. Fluency in one programming language, preferably C++		
12. Lernziele:	The Students will gain hand-on experience in programming robots for perception, navigation, planning and object manipulation.		
13. Inhalt:	This course will translate the methodological foundations taught in the Robotics I and Reinforcement Learning courses into practical experience with real robots. Students will work on various projects which target at robots that navigate, search for objects and manipulate objects in their environment.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485601 Informationssystem-Fachpraktikum		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:			
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		

## Modul: 48570 Practical Course Visual Computing

2. Modulkürzel:	051900111	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of Computer Graphics		
12. Lernziele:	<p>During this practical course, students will learn about approaches to rendering and visual computing technologies and will know how to implement these. They will learn about polygon based approach as well as volume rendering approaches. The students will learn, how to proceed a small project on their own (independently).</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL</li> <li>• Qt-Framework</li> <li>• Raytracing</li> <li>• Volume Rendering</li> <li>• Independent Project</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OpenGL Programming Guide - Third Edition (OpenGL 1.2) , Masonn Woo, Jackie Neider, Tom Davis, Dave Shreiner, Addison Wesley, 1999</li> <li>• Programming with Qt - First Edition, Matthias Kalle Dalheimer, O'Reilly, 1999</li> <li>• An Introduction to Ray Tracing, Andrew S. Glassner, Academic Press, 1989</li> <li>• Computer Graphics - Principle and Practice - Second Edition, Foley, van Dam, Feiner, Huges, Addison Wesley, 1990</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485701 Lab Practical Course Visual Computing		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48571 Practical Course Visual Computing (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Praktische Informatik (Dialogsysteme)		



## Modul: 48580 Reinforcement Learning

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Rough knowledge of Artificial Intelligence. Fluency in at least one programming language.		
12. Lernziele:	Students will acquire a deep understanding of Reinforcement Learning methods. Reinforcement Learning addresses the problem of learning optimal behavior (strongly related to optimal control) from data. This course will enable students to apply Reinforcement Learning algorithms in simulated domains and real robotic systems.		
13. Inhalt:	<p>Reinforcement Learning considers how an agent, interacting with a world, can improve or learn optimal behavior based on own experience or teacher demonstration. This branch of Artificial Intelligence and Machine Learning has become increasingly important as a foundation of robust intelligent systems and robotics. Optimal exploration (behavior that optimizes the agent's information gain) is a particularly interesting aspect of Reinforcement Learning. This lecture will introduce to the theory of Reinforcement Learning and then discuss state-of-the-art algorithms in this area.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Markov Decision Processes and Bellman's optimality principle</li> <li>• relations to stochastic optimal control theory</li> <li>• basic model-free RL methods (TD-Learning, Q-learning, etc)</li> <li>• model-based RL methods</li> <li>• theory of optimal exploration (Bayesian RL, R-max)</li> <li>• relational RL</li> <li>• inverse RL, learning from demonstration and instruction</li> <li>• information theoretic formulations of RL</li> <li>• modern policy search methods (and applications in robotics)</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (Main background) R. Sutton and A. Barto, Reinforcement Learning, 1998. This book is freely available online.</li> </ul>		

- (For robotics application) S. Thrun, W. Burgard, D. Fox, Probabilistic Robotics, 2006.
- (Hardcore theory) C. Szepesvari, Algorithms for Reinforcement Learning, 2010. Draft version is freely available online.
- S. LaValle, Planning Algorithms, 2006. <http://planning.cs.uiuc.edu/>

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:

- 485801 Lecture Reinforcement Learning
- 485802 Exercise Reinforcement Learning

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

48581 Reinforcement Learning (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: 48590 Research Project

2. Modulkürzel:	051902333	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	12 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	8	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Daniel Weiskopf		
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Prerequisites depend on the topic of the project		
12. Lernziele:	The students are able to apply the knowledge from other courses of their selected study profile to a research-oriented project and learn how to plan, carry out and present such a project and its results.		
13. Inhalt:	Projects on current research topics and in conjunction with research activities at the department of computer science will be offered by members of the department. The duration of projects is independent of semesters. Registration is done via the supervisor directly. The project can only be cancelled until 6 weeks after the start.		
14. Literatur:	Will be announced at the beginning of the project by the supervisor.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 485901 Research Project		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Self-study and supervisor contact: 360 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48591 Research Project (LBP), Schriftlich oder Mündlich, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Visualisierung		

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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>• 486002 Exercise Robotics I</li> <li>• 486001 Lecture Robotics I</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>48601 Robotics I (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1</p> <p>Prüfungsvorleistung: Übungsschein, Kriterien werden in der ersten Vorlesung bekannt gegeben</p>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 48610 Robotics II

2. Modulkürzel:	051200888	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:	Vien Ngo		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective          M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles          M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles          M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Course Robotics I		
12. Lernziele:	Students will acquire indepth knowledge of advanced theoretical topics in robotics as well as the state-of-the-art in autonomous robotics, in particular object manipulation, application of Machine Learning in robotics and control theory on modern (compliant) actuators.		
13. Inhalt:	<p>This course combines the foundations of Reinforcement Learning with robotics and control theory and explores in depth advanced topics at the state-of-the-art in autonomous robotics. The course will focus on core topics such as analytical dynamics, stochastic control theory, and machine learning approaches to data-driven robotics. At the end of the course you will be equipped to read and understand relevant research papers to develop beyond this material on your own.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analytical dynamics (Lagrange, Hamilton, Gauss formulations, contact analysis)</li> <li>• Stochastic optimal control (focus on nonlinear systems)</li> <li>• Inverse optimal control (maximum margin and maximum entropy)</li> <li>• Imitation learning (inverse reinforcement learning)</li> <li>• Policy search (model based and model free)</li> <li>• Model learning (forward and inverse models)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486102 Exercise Robotics II</li> <li>• 486101 Lecture Robotics II</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	48611 Robotics II (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			

20. Angeboten von: Autonome Systeme

---

## Modul: 48620 Scientific Visualization

2. Modulkürzel:	051900777	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Thomas Ertl		
9. Dozenten:	Thomas Ertl Daniel Weiskopf Steffen Frey		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Basic concepts of Human Computer Interaction</p> <p>Basic concepts of Computer Graphics</p>		
12. Lernziele:	<p>Student gains expertise about fundamental concepts and techniques of scientific visualization. This includes algorithms and mathematical background, data structures and implementation aspects as well as practical experience with widely available visualization tools.</p>		
13. Inhalt:	<p>Visualization discusses all aspects of visual representations of data gained from experiments, simulations, medical scanning machines, data bases an the like. The aim of visualization is to gain further insights into the data or the generate simple representations of complex phenomena or issues. For that, known techniques from the research area of interactive computer graphics as well as novel techniques are applied.</p> <p>The following topics will be discussed:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, history, visualization pipeline</li> <li>• Data aquisition and representation (sampling, reconstruction, grids, data structures)</li> <li>• PerceptionBasic concepts of visual mappings</li> <li>• Visualization of scalar fields (extraction of iso-surfaces, volume rendering)</li> <li>• Visualization of vector fields (particle tracking, texture-based methods, topology)</li> <li>• Tensor fields, multivariate data</li> <li>• Highdimensional data and information visualization</li> </ul>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• C. D. Hansen, C. R. Johnson, The Visualization Handbook, 2005</li> <li>• C. Ware, Information Visualization: Perception for Design, 2004</li> </ul>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486201 Lecture Scientific Visualization</li> <li>• 486202 Exercise Scientific Visualization</li> </ul>		



16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich
  - 48621 Scientific Visualization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Praktische Informatik (Dialogsysteme)

---

## 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:		<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Compulsory --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Solid knowledge in linear algebra, probability theory and optimization. Fluency in at least one programming language.	
12. Lernziele:		<p>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.</p>	
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> </ul>	

- 486402 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Autonomous Systems
- 

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: 48650 Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering

2. Modulkürzel:	051210654	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:		Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang	
9. Dozenten:		Stefan Funke	
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:		M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Compulsory --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective	
11. Empfohlene Voraussetzungen:		Basic knowledge on algorithms and data structures	
12. Lernziele:		The students learn techniques to formalize and solve optimization problems. The focus is on discrete, continuous and linear optimization problems. After this course, students are able to identify optimization problems, to estimate their complexity and to identify suitable approaches to solve them.	
13. Inhalt:		Classic optimization problems and their complexity: Vertex Cover, Set Cover, Matching, Network Flow, Knapsack, TSP, Set Cover, Hitting Set, Linear Programming	
14. Literatur:		Will be announced at the beginning of the lecture	
15. Lehrveranstaltungen und -formen:		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 486501 Lecture Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> <li>• 486502 Exercise Theoretical and Methodological Foundations of Service Technology and Engineering</li> </ul>	
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:		48651 Discrete Optimization (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1	
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:		Datenbanken und Informationssysteme	

## Modul: 51720 IT-Strategy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Sven Lorenz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:	<p>Die Vorlesung fokussiert auf Management Strategien. Es wird erläutert, wie solche Strategien entwickelt und evaluiert werden.</p> <p>Teilnehmer der Vorlesung verstehen die Bestandteile einer IT Strategie. Sie können eine IT Strategie ableiten und entwickeln, basierend auf dem aktuellen Status eines Unternehmens. Insbesondere wird verstanden, was unter den Begriffen und Konzepten IT Organisation, Sourcing Management, Architektur Management, Qualitäts- und Risk-Management und schliesslich IT Landschaften zu verstehen ist und wie man damit umgeht.</p>		
13. Inhalt:	<p>Über die Einstiegsfragestellung "Was ist 'Strategie'?" wird erläutert, was eine Unternehmensstrategie und eine IT-Strategie ist, wobei sowohl die klassischen Ansätze als auch neue Sichtweisen vorgestellt werden. Im Schwerpunkt "Strategieentwicklung" wird auf die Ableitung der IT-Strategie aus der Unternehmensstrategie eingegangen. Ein kanonisches Vorgehensmodell wird eingeführt und anhand von Unternehmensbeispielen illustriert. Der Schwerpunkt "IT-Strategie als Prozess" beginnt mit der Einbettung der IT-Strategieaufgaben in die bekannten IT Prozessmodelle wie ITIL und CobiT. Im Rahmen eines verallgemeinerten IT-Prozessmodells werden die einzelnen IT-Strategieprozesse (IT-Organisationsentwicklung, IT-Sourcing-Strategie, IT-Architektur-Management, IT-Bebauungsplanung, IT-Qualitätsmanagement und IT-Risikomanagement) in der Folge detailliert erläutert. Dabei werden klassische und State-of-the-art Methoden und Werkzeuge zur Unterstützung der IT-Strategieprozesse vorgestellt. Exkurse in das IT-Portfoliomanagement und in IT-Kennzahlensysteme runden die Vorlesungsinhalte ab.</p>		
14. Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmut Krcmar, "Informationsmanagement", Springer, 2010</li> <li>• Jürgen Hofmann, Werner Schmitt, "Masterkurs IT-Management", VIEWEG+TEUBNER, 2010W.</li> </ul>		

- Brenner, A. Resch, V. Schulz, "Die Zukunft der IT in Unternehmen", FAZ Buch, 2010
- Martin Kütz, "Kennzahlen in der IT", dpunkt-Verlag, 2007

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen: • 517201 Vorlesung mit Übungen IT-Strategie

---

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name: 51721 IT-Strategy (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.,  
Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Architektur von Anwendungssystemen

---

## 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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Core --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
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>• 556002 Übung Advanced Information Management</li> <li>• 556001 Vorlesung Advanced Information Management</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<p>55601 Advanced Information Management (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung</li> </ul>		

- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.
- 

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Datenbanken und Informationssysteme

---



## Modul: 55610 Information Integration

2. Modulkürzel:	051210166	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Melanie Herschel		
9. Dozenten:	Melanie Herschel		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Lecture "Modellierung" or comparable course		
12. Lernziele:	Integrating heterogeneous, autonomous and structured data is essential in an interconnected world. This is the basis for information exchange and comprehensive search. The goal of this course is to provide an overview of challenges in information integration and to enable the students to assess available approaches and technologies.		
13. Inhalt:	<p>Based on application scenarios from various organizations, we will discuss aspects of distribution, autonomy and heterogeneity. This helps us to organize the problem space and to compare possible architectures of integrated information systems. Heterogeneity is addressed by schema mappings between and data mappings. We will discuss how to establish such mappings and how to apply them in data transformation. As query processing in federated databases is based on these mappings as well, we will also learn the basics on these systems. Another focus of this course is on the pre-processing and integration of data. Starting with a discussion on information quality, we will look at the spectrum of erroneous data and approaches to data cleansing. State-of-the-art software for information integration will be presented, in particular as part of the exercises.</p>		
14. Literatur:	<p>Additional literature will be announced at the beginning of the lecture</p> <p>- Ulf Leser, Felix Naumann: Informationsintegration: Architekturen und Methoden zur Integration verteilter und heterogener Datenquellen, dpunkt Verlag, 2006, ISBN 3898644006.</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556101 Vorlesung Information Integration</li> <li>• 556102 Übung Information Integration</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<p>Präsenzstunden: 42 h          Eigenstudiumstunden: 138 h          Gesamtstunden: 180 h</p>		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 55611 Information Integration (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1  
[55611] Information Integration (PL), schriftlich oder mündlich, 60 Min., Gewicht: 1.0

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von: Data Engineering

---

## Modul: 55620 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP

2. Modulkürzel:	051210105	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:	Bernhard Mitschang Holger Schwarz		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 3. Semester → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung "Modellierung" oder gleichwertige Veranstaltungen.		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden verstehen die Herausforderungen, die sich bei der Integration der Daten aus heterogenen Datenquellen in ein konsolidiertes Data Warehouse ergeben. Sie kennen die typische Data-Warehouse-Architektur und aktuelle Trends, wie z.B. Echtzeit-Reporting. Ebenso kennen sie die Struktur eines Data Warehouse und die wichtigsten Prozesse, um ein solches aufzubauen (Extraktion, Transformation, Laden). Die Studierenden haben darüber hinaus einen Überblick über die wichtigsten Technologien, um Daten in einem Data Warehouse zu analysieren. Hierzu gehört Reporting, Online Analytic Processing und Data Mining.</p>		
13. Inhalt:	<p>Among the topics to be discussed in this course are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to data warehousing</li> <li>• Data warehouse architecture</li> <li>• Data warehouse design</li> <li>• Extraction, transformation, load</li> <li>• ETL as a service</li> <li>• Introduction to analytics and analytic services</li> <li>• Real-time reporting</li> <li>• Online analytic processing</li> <li>• Data mining</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>• A. Kemper, A. Eickler, Datenbanksysteme - Eine Einführung, 2004. • H. Garcia-Molina, J. D. Ullman, J. Widom, Database Systems. The Complete Book, 2003. Further literature will be announced at the beginning of the lecture</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 556201 Vorlesung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> <li>• 556202 Übung Data Warehousing, Data Mining und OLAP-Technologien</li> </ul>		

16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:

- 55621 Data Warehousing, Data Mining, and OLAP (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1
- V Vorleistung (USL-V), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min.
- Schriftliche (90 min) oder mündliche (30 min) Prüfungsleistung
- Prüfungsvorleistung: schriftlich, eventuell mündlich. Details werden zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben.

---

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective</p>		
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:	<p>Topics covered in this course:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perception and Cognition</li> <li>- Graphs and Networks</li> <li>- Hierarchies and Trees</li> <li>- Multi-dimensional and high-dimensional data visualization</li> <li>- Time series visualization</li> <li>- Visual Analytics</li> <li>- Software Visualization</li> <li>- Geospatial visualization</li> </ul>		
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:	<p>Präsenzzeit: 42 Stunden Selbststudium: 138 Stunden <b>Gesamt: 180 Stunden</b></p>		

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</li></ul> Erfolgreiche Übungsteilnahmen / excercises passed
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modul 10190 Mathematik für Informatiker und Softwaretechniker</li> <li>- Modul 10170 Imaging Science</li> <li>- Modul 29430 Computer Vision</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>Der Student kann Korrespondenzprobleme im Computer-Vision-Bereich selbständig einordnen, Lösungsstrategien mathematisch modellieren und diese dann geeignet algorithmisch umsetzen.</p> <p>The student has knowledge on the different correspondence problems in computer vision, is able to develop mathematical models for solution strategies and implement the corresponding algorithms in an appropriate way.</p>		
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> <li>•Basic Approaches: Block Matching, Occlusion Detection, Interest Points, Feature Matching</li> <li>•Optic Flow: Local and Global Differential Methods, Parametrisation Models, Constancy Assumptions, Data and Smootness Terms, Numerics, Large Displacements, High Accuracy Methods</li> <li>•Sterep Matching: Projective Geometry, Epipolar Geometry, Estimation of the Fundamental Matrix</li> <li>•Scene</li> </ul>		

Flow: Joint Estimation of Structure, Motion, and Geometry •Medical Image Registration: Mutual Informaion, Elastic and Curvature-Based Regularisation, Landmarks •Particle Image Velocimetry: Div-Curl-Regularisation, Incompressible Navier Stokes Prior

---

14. Literatur:	- O. Faugeras, Q.-T. Luong: The Geometry of Multiple Images, 2001. - J. Modersitzki: Numerical Methods for Image Registration, 2003. - A. Bruhn: Variational Optic Flow Computation: Accurate Modeling and Efficient Numerics, Ph.D. Thesis, 2006.
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 556401 Vorlesung Correspondence Problems in Computer Vision • 556402 Übung Correspondence Problems in Computer Vision
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h
17. Prüfungsnummer/n und -name:	• 55641 Correspondence Problems in Computer Vision (PL), Schriftlich oder Mündlich, 120 Min., Gewichtung: 1 • 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
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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze Pawel Wozniak		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Autonomous Systems in Computer Science --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Extended --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Core --> Visual Computing --> Study Profiles M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
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:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

## Modul: 55740 Advanced Service Computing

2. Modulkürzel:	052010005	5. Moduldauer:	Zweisemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	5	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Frank Leymann		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Core --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Extended --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Service Computing, Lecture and Exercise (4 SWS)          or          Services and Service Composition, Lecture and Exercise (4SWS)</p>		
12. Lernziele:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing. The focus of the Lecture Advanced Service Computing is concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services as well as the use of Semantics in Web Services and service compositions. The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications.</p>		
13. Inhalt:	<p>This module comprises two lectures and therefore topics from two areas of advanced service computing.</p> <p>Based on the topics discussed in the lecture Service Computing, in the Lecture Advanced Service Computing we will focus on concepts and technologies for describing and providing stateful resources as Web Services. In this respect we will also consider Grid Services and infrastructures. In addition, the topics Semantic Web, Ontologies and Semantic Web Services will be presented in detail. Particular attention will be paid to Semantic Web Service Technologies and frameworks like OWL-S, WSMO, SAWSDL and approaches for their use in service compositions.</p> <p>The focus in the Lecture Services and Security is on security aspects of service-based applications. Foundations of Security in enterprise architectures will be presented, as well as best practices for enterprise and IT security in terms of patterns. Basic Security approaches (e.g. prevention, detection, reaction) and mechanisms (access control, authentication, identification, cryptography) will be presented in detail. We will also discuss current state of the art of Web application and Web Service security.</p>		
14. Literatur:	<p>Literatur, die begleitende Literatur wird in der Veranstaltung und im Web bekannt gegeben.</p>		

S. Graham, D. Davis, S. Simeonov, G. Daniels, P. Brittenham, Y. Nakamura, P. Fremantle, D. König, C., Building Web Services with Java (2nd Edition), 2005  
S. Weerawarana, F. Curbera, F. Leymann, T. Storey, D. Ferguson, Web Services Platform Architecture, 2005  
- Markus Schumacher et al.: Security Patterns: Integrating Security and Systems Engineering, Wiley Series in Software Design Patterns, 2004  
- Dieter Gollman: Computer Security, John Wiley und Sons, 3rd Edition, 2010

---

15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 557401 Advanced Service Computing Lecture (Summer)</li><li>• 557402 Lecture Services and Security (Winter)</li></ul>
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzzeit: 60 Stunden Selbststudium: 120 Stunden
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"><li>• 55741 Advanced Service Computing (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1</li><li>• V Vorleistung (USL-V), schriftlich (60 min) oder mündlich (20 min)</li></ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	
20. Angeboten von:	Simulation Workflows

---

## Modul: 56470 Software Engineering for Real-Time Systems

2. Modulkürzel:	050501011	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Michael Weyrich		
9. Dozenten:	Christof Ebert		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basics of computer science		
12. Lernziele:	Acquire basic knowledge and skills about software engineering for embedded real-time software systems, understand the specific challenges of software engineering for real-time systems, understand the development process for real-time software from requirements to maintenance		
13. Inhalt:	Introduction to real-time systems and embedded systems, challenges of software engineering for real-time systems, real-time software development process, analysis and design methods for real-time software, model-driven development, requirements engineering, design of real-time systems, software verification and validation, industrialization of software, project management.		
14. Literatur:	Sommerville, I.: Software Engineering Addison Wesley, 2006 Cooling, J.: Software Engineering for Real-Time Systems Addison-Wesley, 2002 Heath, S.: Embedded Systems Design (2nd ed.), Newnes, 2002 Lewis, W.E.: Software Testing and Continuous Quality Improvement, Auerbach Publications, 2000 Lecture portal with lecture records on ILIAS		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 564701 Vorlesung Software Engineering for Real-Time Systems</li> <li>• 564702 Übung Software Engineering for Real-Time Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Presence Time: 56.00 Hours Self Study: 124.00 Hours Sum: 180.00 Hours		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56471 Software Engineering for Real-Time Systems (PL), Schriftlich, 120 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Automatisierungs- und Softwaretechnik		

## Modul: 56500 Laboratory Course High Performance Programming with Graphics Cards

2. Modulkürzel:	051200139	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. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Basic knowledge of digital circuit design		
12. Lernziele:	Understanding of the Architecture and Programming Model of Graphics Cards		
13. Inhalt:	Architectures of Graphics Processing Units (GPUs) Treads Kernel Calls Memory Architecture Data Transfer between GPUs and CPUs Number formats Benchmarking Deviations between CPU and GPU Programs		
14. Literatur:	Will be defined in the Lab Course.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 565001 Praktikum Laboratory Course High Performance Programming with Graphics Cards		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56501 Laboratory Course High Performance Programming with Graphics Cards (LBP), Schriftlich oder Mündlich, 0 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## Modul: 56980 Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Unregelmäßig
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Johannes Wettinger		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obligatory: Object-oriented programming (e.g. Java), XML</li> <li>- Optional: scripting languages (e.g. Python, Ruby, Bash), JSON, YAML</li> </ul>		
12. Lernziele:	<p>The goal of this course is twofold: First, established reference architectures are discussed and used to model scalable architectures for Cloud applications. Second, based on these architectures, different Cloud management approaches are used to provision infrastructure resources, deploy application components, and manage them.</p> <p>The course is targeted at students of MSc Computer Science, MSc Softwaretechnik, and MSc Informatik.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Architectures for scalable, elastic, and reliable Cloud applications</li> <li>- Cloud infrastructure management (OpenStack, Amazon Web Services)</li> <li>- Configuration management (Chef, Puppet, CFEngine, etc.)</li> <li>- Container virtualization (Docker, LXC, etc.)</li> <li>- PaaS-centric management (Cloud Foundry, BOSH, etc.)</li> <li>- Model-driven Cloud management: infrastructure-centric models (CloudFormation, Heat, etc.), application-centric models (Juju, TOSCA, etc.)</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 569801 Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	56981 Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management (LBP), Sonstige, 0 Min., Gewichtung: 1 [56981] Fachpraktikum Cloud Architekturen und Management (LBP), Studienbegleitend, Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen		

## Modul: 58440 Fachpraktikum: Algorithmik

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	6	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Stefan Funke		
9. Dozenten:	Stefan Funke		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:	wird in der Veranstaltung bekanntgegeben		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 584401 Fachpraktikum Algorithmik		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Eigenstudiumstunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	58441 Fachpraktikum: Algorithmik (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1 [58441] Fachpraktikum: Algorithmik (LBP), schriftlich und mündlich, Gewicht: 1.0		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Algorithmik		

## Modul: 59630 Infrastructure Technologies for Large Scale Service-Oriented Systems

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernhard Mitschang		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 596301 Vorlesung Infrastructure Technologies for Large Scale Service-Oriented Systems		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	59631 Infrastructure Technologies for Large Scale Service-Oriented Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Datenbanken und Informationssysteme		



## Modul: 60120 Fachpraktikum Interaktive Systeme

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Vorlesung Mensch-Computer Interaktion		
12. Lernziele:	Die Studierenden lernen, wie interaktive Systeme entwickelt werden. Sie verstehen den Entwicklungsprozess und können interaktive Systeme für spezifische Plattform entwickeln.		
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 601201 Fachpraktikum Interaktive Systeme		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60121 Fachpraktikum Interaktive Systeme (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Visualisierung und Interaktive Systeme		

## Modul: 60140 Sprachbau mit Language Workbenches

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Stefan Wagner		
9. Dozenten:	Markus Völter		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Compilerbau Objektorientierte Programmierung		
12. Lernziele:	Die Studenten verstehen, warum und wie Modelle für den praktizierenden Softwareentwickler nützlich sind: Kommunikation, Analyse, Synthese. Sie verstehen warum es in vielen Fällen sinnvoll ist, eigene (domänenspezifische) Sprachen zu bauen. Sie verstehen die Mechanismen um Sprachen zu bauen, insbesondere die Fähigkeiten moderner Language Workbenches. Die Studenten sind in der Lage mit JetBrains MPS Sprachen zu bauen.		
13. Inhalt:	<p>Modellierung, Grammatiken, Projizierende Editoren, Typsysteme, Codegenerierung, Interpreter. Grundlagen des Sprachdesigns: Ausdrucksfähigkeit vs. Komplexität, Vollständigkeit, Modularisierung, verschiedene Notationen. Wichtige Sprachparadigmas, die man in DSLs wiederverwenden kann: imperativ, funktional, zustandsbasiert. Grundlagen der Arbeit mit MPS.</p> <p>Die Veranstaltung wird als Blockveranstaltung als Workshop ausgeführt, viele praktische Anteile. Die Klausur findet direkt am Ende der Blockveranstaltung statt.</p> <p>Ort ist bei der itemis AG, Industriestrasse 6, Vaihingen (direkt neben dem Bhf)</p>		
14. Literatur:	Buch <a href="http://dslbook.org/">http://dslbook.org/</a> + ggfs. diverse wissenschaftliche Papiere		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 601401 Vorlesung Sprachbau</li> <li>• 601402 Übung Sprachbau</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60141 Sprachbau mit Language Workbenches (PL), Schriftlich, 60 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Powerpoint, Tafel, Demos, Diskussionen, Selbstarbeit der Studenten		
20. Angeboten von:	Software Engineering		

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

2. Modulkürzel:	-	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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:			
12. Lernziele:			
13. Inhalt:			
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 608601 Vorlesung mit Übung 3D-Scanner - Algorithmen und Systeme</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	60861 3D Scanner - Algorithms and Systems (PL), Schriftlich, 90 Min., Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Parallele Systeme		

## 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:	Univ.-Prof. Dr. Albrecht Schmidt		
9. Dozenten:	Albrecht Schmidt Niels Henze		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Core --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>051520005 Programmierung und Software-Entwicklung</p> <p>051200005 Systemkonzepte und -programmierung</p>		
12. Lernziele:	<p>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.</p>		
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> </ul>		

- Methoden zur formativen und summativen Evaluation von Benutzungsschnittstellen
  - Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung
- 

14. Literatur:

Alan Dix, Janet Finley, Gregory Abowd, Russell Beale, HumanComputer Interaction, 2004  
Ben Shneiderman, Catherine Plaisant, Designing the User Interfaces, 2005  
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:

Präsenzzeit:  
56 h  
Selbststudiums- / Nachbearbeitungszeit:  
124 h  
Summe:  
180 h

---

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:

Visualisierung und Interaktive Systeme

---

## Modul: 71740 System and Web Security

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Solid knowledge in at least one programming language.		
12. Lernziele:	<p>Students are sensitized for common security vulnerabilities and attack vectors in computer systems and the web,</p> <p>Students are familiar with concrete attacks on computer systems and the web, and understand the underlying principles,</p> <p>Students are familiar with common defense mechanisms.</p>		
13. Inhalt:	<p>IT-systems are constantly under attack, by various kinds of attackers with diverse interests: criminal organizations with monetary interests, intelligence agencies, industrial espionage by states and companies.</p> <p>The course covers the most common attack vectors on computer systems, including mobile devices, and the web, including, for example, stack and heap overflows, format string vulnerabilities, integer overflows, return-oriented-programming, Cross-Site-Scripting (CSS/XSS), SQL Injections, and Cross-Site-Request-Forgery (XSRF), etc.</p> <p>The course also discusses common defense mechanisms, including, for example, access control mechanisms, address space layout randomization (ASLR), static code analysis, security monitoring, input/output sanitization, prepared statements, etc.</p>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717401 Vorlesung System and Web Security</li> <li>• 717402 Übung System and Web Security</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 71741 System and Web Security (PL), , Gewichtung: 1</li> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			

19. Medienform:

20. Angeboten von:

Informationssicherheit

---

## Modul: 71760 Security and Privacy

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013,          → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>Es werden keine spezifischen Kenntnisse in Informationssicherheit oder Kryptographie vorausgesetzt. Allerdings verlangt die Veranstaltung solide Kenntnisse in den Grundlagen der Informatik und der Mathematik wie sie in den ersten vier Semestern eines Bachelorstudiengangs in Informatik (oder Mathematik) vermittelt werden.</p>		
12. Lernziele:	<p>Students will acquire an in-depth understanding of central topics in information security and privacy.</p>		
13. Inhalt:	<p>This course covers some of the most important, typically advanced topics in information security and privacy. The selection of topics can vary from course to course, depending on the development of the field and the focus of the information security group.</p> <p>Possible topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zero-Knowledge Protocols: a fundamental concept in many advanced secure and privacy preserving systems</li> <li>• Verification of cryptographic protocols: What does it mean for protocols, such as TLS, to be secure? How can we prove security? Can we prove security using automated tools?</li> <li>• Secure Multi-Party Computation: how can multiple parties compute a common function without revealing their input? E.g., how can two millionaires figure out who earns more without revealing their income to each other?</li> <li>• E-Voting: Can we have a system where voters can make sure that their votes were actually counted even when the voting servers are completely malicious?</li> <li>• Bitcoin and cryptocurrencies</li> <li>• Web-based security protocols, such as web-based single-sign on protocols</li> <li>• Advanced attacks and defenses in as well as models of web security</li> </ul>		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 717601 Vorlesung Security and Privacy</li> <li>• 717602 Übung Security and Privacy</li> </ul>		



16. Abschätzung Arbeitsaufwand:

---

17. Prüfungsnummer/n und -name:                   • 71761 Security and Privacy (PL), , Gewichtung: 1  
   • V       Vorleistung (USL-V),  
   s 90 oder m 30

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:                                   Informationssicherheit

---

## Modul: 72240 Model-Driven Software Development

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch/Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Steffen Becker		
9. Dozenten:	Steffen Becker		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundlagen des Software Engineering		
12. Lernziele:	Grundlagen der modellgetriebenen Softwareentwicklung kennen und anwenden können, insbesondere Metamodelle und Transformationen erstellen zu können.		
13. Inhalt:	<p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in Model-Driven Software Development und bettet sie ein in Softwaremodellierung und -entwicklung. Der Schwerpunkt liegt auf der OMG Sicht von modellgetriebener Softwareentwicklung. Dies beinhaltet OMG Standards wie MDA, QVT oder MOF. Nichtsdestotrotz führt die Vorlesung auch in die zu Grunde liegenden Konzepte dieser Standards ein und zeigt Querbezüge zu anderen Gebieten der Softwareentwicklung auf. Insbesondere werden die folgenden Fragen behandelt:</p> <p>Welche Techniken machen MDSD aus?          Wie kann man aus existierender Software Plattformen extrahieren?          Wie wird mittels MOF metamodelliert?          Wie werden Modelle transformiert?</p> <p>Zu letzterem gibt die Vorlesung einen intensiven Einblick in Modell-zu-Modell und Modell-zu-Text Transformationsansätzen und -sprachen.</p>		
14. Literatur:	Model-Driven Software Development, T. Stahl und M. Völter		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 722401 Vorlesung Model-Driven Software Development</li> <li>• 722402 Übung Model-Driven Software Development</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72241 Model-Driven Software Development (PL), Schriftlich oder Mündlich, 90 Min., Gewichtung: 1 Exam duration: 90 min written exam or 30 min oral exam		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Zuverlässige Software-Systeme		

## Modul: 72250 Fachpraktikum Informationssicherheit

2. Modulkürzel:	052900005	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Deutsch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ralf Küsters		
9. Dozenten:	Ralf Küsters		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 1. Semester → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Kenntnis der Inhalte der Vorlesung System and Web Security sowie evtl. Introduction to Modern Cryptography sind von Vorteil, aber keine formale Voraussetzung.		
12. Lernziele:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Erfahrung in der Durchführung von Angriffen auf IT-Systeme sowie der Umsetzung von Verteidigungsmechanismen,</li> <li>• teamorientiertes Arbeiten,</li> </ul>		
13. Inhalt:	Es werden unterschiedliche Angriffe auf IT-Systeme im Team implementiert und durchgeführt sowie Verteidigungsmechanismen diskutiert.		
14. Literatur:			
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 722501 Vorlesung Fachpraktikum Informationssicherheit		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72251 Fachpraktikum Informationssicherheit (LBP), Sonstige, Gewichtung: 1		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Informationssicherheit		

## Modul: 72340 Cloud Computing: Konzepte und Technologien

2. Modulkürzel:	-	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	-
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:	Uwe Breitenbücher		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 2. Semester → Extended --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: - Service Computing - Loose Coupling and Message-based Applications		
12. Lernziele:	The principles of Cloud Computing are understood. The difference between cloud native applications and immigrant cloud applications are clear. Basic IaaS, PaaS and SaaS features are clear. The concept of virtualization and containerization as well as provisioning and management can be applied. The main cloud platforms and their architectures are clear.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Service Models und Deployment Models (NIST Layering)</li> <li>• Virtualization (Virtual Machines, Hypervisors, OpenStack)</li> <li>• Scalability und Elasticity</li> <li>• Cloud Architectures (Principles, Loose Coupling, RPC vs. Messaging, Cloud Native, Cloud Immigrant)</li> <li>• Cloud Providers (Amazon Web Services, Microsoft Azure, Google Cloud Platform)</li> <li>• Containerization (Docker und Kubernetes)</li> <li>• Data in Cloud Computing (NoSQL, CAP, BASE, Lambda Architecture)</li> <li>• Cloud Application Provisioning and Management Paradigms (Metamodelling, Programs vs. Models, Declarative vs. Imperative)</li> <li>• Cloud Application Provisioning and Management Technologies (TOSCA, Chef, Puppet, Amazon Cloud Formation, OpenTOSCA)</li> <li>• API Management (REST, Swagger, Security)</li> <li>• Cloud Computing Patterns</li> </ul>		
14. Literatur:	C. Fehling, F. Leymann et al.: "Cloud Computing Patterns", Springer 2014. T. Erl et al.: "Cloud Computing: Concepts, Technology und Architecture", Prentice Hall 2013.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 723401 Vorlesung Cloud Computing: Konzepte und Technologien</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Anwesenheit: 56 Stunden Vor-/Nachbereitung, Lösen von Übungsaufgaben: 124 Stunden		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	72341 Cloud Computing: Konzepte und Technologien (PL), Schriftlich oder Mündlich, 60 Min., Gewichtung: 1		

Klausur (60 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) zur Vorlesung "Cloud Computing: Concepts and Technologies" - wird zu Beginn der Vorlesung bekannt gegeben.

Eine Prüfung kann entweder in 46660 ODER 72340 abgelegt werden, nicht in beiden Modulen.

Diese Prüfung kann auch in der Vertiefungslinie NICHT mit 46660 kombiniert werden!

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform:

---

20. Angeboten von:

Architektur von Anwendungssystemen

---

## Modul: 78900 Einführung in die Moderne Kryptographie

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:	<p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Visual Computing --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Extended --&gt; Autonomous Systems in Computer Science --&gt; Study Profiles</p> <p>M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --&gt; Service Technology and Engineering --&gt; Study Profiles</p>		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	<p>This course requires solid knowledge of the foundations of mathematics as taught in the first three or four semesters of a bachelor's course in computer science/mathematics.</p> <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>		
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>Cryptography is everywhere! We heavily rely on cryptography in our everyday life.</p> <p>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 <b>modern</b> 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 which are important building blocks for other cryptographic constructions and for cryptographic protocols (TLS, SSH, WPA2, etc.) and which are used by billions of people every day, including (symmetric and asymmetric) encryption, hash functions, digital signatures, and message authentication codes. The course presents common cryptographic constructions for such primitives as used in practice, such as AES with various encryption modes (e.g., CBC, CTR), RSA, ElGamal, HMAC, PKCS#1, DSA. It also discusses public-key infrastructures and cryptographic protocols.</p>		

In the spirit of modern cryptography, the security of the primitives is defined. What does it mean for an encryption algorithm, digital signature, etc. to be secure? Under which assumptions can we obtain security? For several cryptographic constructions used in practice, including those mentioned above, security is proven or attacks are presented. 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:	Presence time: 42 hours Self study: 138 hours Sum: 180 hours
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Vorleistung (USL-V),</li> <li>• 78901 Einführung in die Moderne Kryptographie (PL), , Gewichtung: 1</li> </ul>
18. Grundlage für ... :	
19. Medienform:	Projector, blackboard
20. Angeboten von:	Informationssicherheit

---

## Modul: 78910 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems

2. Modulkürzel:	052000xxx	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Sommersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Frank Leymann		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Breadth --> Service Technology and Engineering --> Study Profiles		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Empfohlen: Analysis Eventuell zusätzlich: Elementare Wahrscheinlichkeitsrechnung		
12. Lernziele:	This course involves an introduction to game theory and its application in Service Science. It integrates with game theory and economics, aiming to understand and improve service systems. Emphases are on new economy and how socioeconomic principles apply in emerging business models including networked enterprises and e-marketplaces.		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Service Systems</li> <li>• Firms - Basics of Industrial Organization</li> <li>• Introduction to Game theory                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Two-Person Zero-Sum Games</li> <li>• Two-Person General-Sum Games</li> <li>• Cooperative Games</li> </ul> </li> <li>• Markets and strategic interaction in Networks</li> <li>• Applications in Service Systems                         <ul style="list-style-type: none"> <li>• Supply chains</li> <li>• Smart urban transportation systems</li> <li>• Healthcare service systems</li> </ul> </li> </ul>		
14. Literatur:	Yoav Shoham, Kevin Leyton Brown, Multi-agent Systems: Algorithmic, Game-theoretic, and Logical Foundations, 2009.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 789101 Lecture Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems</li> </ul>		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwesenheit: 30 Stunden</li> <li>• Vor-/Nachbereitung, Lösen von Übungsaufgaben: 150 Stunden</li> </ul>		
17. Prüfungsnummer/n und -name:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 78911 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (USL), , Gewichtung: 1</li> <li>• 78912 Introduction to Game Theory with Applications to Service Systems (PL), , Gewichtung: 1</li> </ul>		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:	Powerpoint Präsentation		
20. Angeboten von:	Architektur von Anwendungssystemen		



## Modul: 79170 Electronic Design Automation

2. Modulkürzel:	020909001	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	6 LP	6. Turnus:	Wintersemester
4. SWS:	4	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Ilia Polian		
9. Dozenten:			
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, → Elective		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	Grundkenntnisse der Technischen Informatik		
12. Lernziele:	<p>Die Studierenden lernen Entwurfsabläufe bei der Entwicklung von komplexen Schaltungen und Systemen und die zugehörigen Basisdatenstrukturen und -algorithmen kennen. Sie können die Entwurfsziele und die einzelnen Entwurfsschritte einordnen und verstehen die ihnen jeweils zugrundeliegenden algorithmischen Fragestellungen.</p> <p>Students learn design processes in the development of complex circuits and systems and know the associated basic data structures and algorithms. They understand design objectives, the individual design steps and the underlying design objectives.</p>		
13. Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Basialgorithmen und Datenstrukturen: SAT-Solving, BDDs, LP/ILP.</li> <li>- Spezifikationsformalismen</li> <li>- Architektursynthese</li> <li>- Logiksynthese</li> <li>- Simulation und Verifikation</li> <li>- Physikalische Synthese</li> <li>- Entwurfsziele und ebenenübergreifende Optimierung</li> <li>- Basic algorithms and data structures: SAT, BDDs, LP/ILP</li> <li>- Specification formalisms</li> <li>- High-level synthesis</li> <li>- Logic synthesis</li> <li>- Simulation and verification</li> <li>- Physical design</li> <li>- Design objectives and cross-layer optimization</li> </ul>		
14. Literatur:	<p>Vorlesungsfolien  Hachtel/Somenzi, Logic synthesis and verification algorithms  Drechsler/Becker, Graphenbasierte Funktionendarstellung  Teich/Haubelt, Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung  Kahng/Lienig/Markov/Hu, VLSI Physical Design: From Graph Partitioning to Timing Closure</p>		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:	• 791701 Vorlesung und Übung Entwurfsautomatisierung		
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:	Präsenzstunden: 42 h Selbststudium-Stunden: 138 h Gesamtstunden: 180 h		

17. Prüfungsnummer/n und -name: 79171 Entwurfsautomatisierung Prüfung (PL), , Gewichtung: 1

---

18. Grundlage für ... :

---

19. Medienform: Powerpoint-Folien, Tafelanschrieb  
Power point slides, black board

---

20. Angeboten von: Universität Stuttgart

---

## Modul: 81150 Masterarbeit Computer Science

2. Modulkürzel:	020900121	5. Moduldauer:	Einsemestrig
3. Leistungspunkte:	30 LP	6. Turnus:	Wintersemester/ Sommersemester
4. SWS:	0	7. Sprache:	Englisch
8. Modulverantwortlicher:	Univ.-Prof. Dr. Marc Toussaint		
9. Dozenten:	Dozenten der Informatik		
10. Zuordnung zum Curriculum in diesem Studiengang:	M.Sc. Computer Science, PO 979-2013, 4. Semester		
11. Empfohlene Voraussetzungen:	The student must have successfully passed modules from the MSc program comprising 60 LP. If admission to the Master program was conditional on the completion of certain additional modules or the proof of certain skills, these conditions have to be satisfied at the point of registering the master thesis.		
12. Lernziele:	The Master thesis shows that the student is able to independently complete a defined research task in Computer Science within a fixed period, following scientific methodology, and to present the results in an adequate way.		
13. Inhalt:	The content depends on the thesis topic, which is set by an examiner from the area of Computer Science, taking into account the Major selected by the student. As a part of the Master Thesis a talk about the content of the thesis has to be given by the student.		
14. Literatur:	Will be announced by the examiner.		
15. Lehrveranstaltungen und -formen:			
16. Abschätzung Arbeitsaufwand:			
17. Prüfungsnummer/n und -name:	written Thesis (PL) and a talk about the thesis		
18. Grundlage für ... :			
19. Medienform:			
20. Angeboten von:	Autonome Systeme		