Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science Informatik

(Prüfungsordnungsversion: 2010)

Inhaltsverzeichnis

Nebenfach
- Nebenfach Physik (1818) ... 14
- Nebenfach Soziologie (1821) ... 17

Nebenfach Astronomie
- Astronomie (66292) ... 20
- Astronomie (weiterführend) (66291) ... 22

Nebenfach Betriebswirtschaftslehre
- Business intelligence (57043) ... 24
- BWL für Ingenieure (82570) ... 26
- Digital change management (56210) ... 28
- Enterprise knowledge management (57290) ... 29
- Foundations of international management I (53710) ... 30
- Foundations of linked data (57320) ... 32
- Innovation and leadership (57053) ... 34
- Judgment in decision making and evidence-based management (56216) ... 36
- Marketing-Fallstudien (82491) ... 38
- People Analytics – Data Science für Human Resources Management (57134) ... 40
- Process Analytics (PA) (54760) ... 43

Nebenfach Biologie
- Allgemeine Biologie I (62921) ... 46
- Allgemeine Biologie II (62922) ... 48
- Computational Biology (63270) ... 50
- Computational Biology I (63271) ... 51
- Mikrobiologische Übungen (62982) ... 53
- Ökologie und Diversität B (62820) ... 55
- Zoologie (62940) ... 57

Nebenfach Chemie
- Allgemeine Organische Chemie (62963) ... 60
- Allgemeine und Anorganische Chemie (62060) ... 62
- Anorganische Chemie - Chemie der Metalle (62042) ... 64

Nebenfach Englische Linguistik
- Hauptmodul A Linguistics (76930) ... 66
- Optionsmodul L-GYM Linguistics (77170) ... 68

Nebenfach Geowissenschaften
- Rohstoffe und Nachhaltigkeit (64935) ... 71
- Z-Edu-Geo 1 - Das System Erde (64980) ... 73
- Z-Edu-Geo 2 - Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld (64985) ... 75

Nebenfach Germanistische Linguistik
- Grammatik und Lexikon: Theorie und Anwendung, aus Muttersprachen- und DaF-Perspektive (35472) ... 78
- Grundlagen der Germanistischen Linguistik 1 (Ling BM 1) (77301) ... 80
- Historische Linguistik und Sprachwandel (35501) ... 82
- Lexikographie und Lexikologie (35571) ... 84
- Sprachnorm und Variation (Germanistik) (35411) ... 86
- Sprachvariation - Sprachkontakt - Kontrastive Linguistik (35492) ... 88
- Vertiefungsmodul Gegenwartssprache/DAF (Ling VM 2) (77432) ... 90
- Vertiefungsmodul Sprachwandel und Variation (Ling VM 1) (77402) ... 94

Nebenfach Mathematik
- Algebra (65311) ... 97
- Angewandte Mathematik (65601) ... 99

Discrete optimization I (65917)..... 100
Discrete optimization II (65933)..... 101
Einführung in die Numerik (65210)..... 103
Elementare Zahlentheorie (65580)..... 105
Funktionalanalysis (65110)..... 106
Funktionentheorie I (65351)..... 108
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071)..... 109
Einführung in die kategoriale Homotopietheorie (65874)..... 111
Kryptographie II (65980)..... 112
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161)..... 113
Mathematische Modellierung Praxis (65255)..... 115
Mathematische Modellierung Theorie (65254)..... 116
Nichtlineare Optimierung (65150)..... 118
Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (407487)..... 120
Numerik I für Ingenieure (64620)..... 121
Numerik II für Ingenieure (64631)..... 122
Optimierung für Ingenieure (44050)..... 123
Optimierung für Ingenieure mit Praktikum (44060)..... 125
Optimization in industry and economy (65923)..... 128
Robuste Optimierung 1 (65175)..... 130
Robust optimization II (65918)..... 131
Topologie (65080)..... 132
Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering
Advanced Upper-Limb Prosthetics (47679)..... 134
A look inside the human body - gait analysis and simulation (96837)..... 136
Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (47672)..... 138
Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (47666)..... 140
Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (47613)..... 142
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200)..... 144
Inertial Sensor Fusion (92358)..... 146
Intent Detection and Feedback (47616)..... 149
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157)..... 151
Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS) (47671)..... 153
Legged Locomotion of Robots (LLR) (47656)..... 156
Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans (47674)..... 158
Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO) (47669)..... 160
Rehabilitation and Assistive Robotics (47617)..... 162
Research Project on Intelligent Sensorimotor Systems (47687)..... 164
Seminar Biosignals in Rehabilitation Robotics (47599)..... 166
Nebenfach Philosophie
Basismodul Philosophie (75330)..... 168
Einführung in die Philosophie (75290)..... 170
Grundkurs Praktische Philosophie (75310)..... 171
Nebenfach Sinologie
Modernes Chinesisch 1 (76003)..... 173
Modernes Chinesisch 2 (76012)..... 174
Modernes Chinesisch 3 (76052)..... 175
Modernes Chinesisch 4 (76073)..... 176
Nebenfach Ökonomie
Betriebliches Rechnungswesen I (74860)..... 178

Betriebswirtschaftslehre I (74810)....179
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (74820)....180
Allgemeine Elektrotechnik
Antennen (96000)....182
Elektromagnetische Felder I (92520)....184
Elektromagnetische Felder II (92530)....187
EMV-Praktikum (624171)....189
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260)....191
Optische Übertragungstechnik (92400)....193
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (92610)....195
Photonik 1 (92390)....197
Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik für EEI,ME,BP,INF,Math (92620)....199
Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1 (95192)....201
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (242643)....203
Praktikum Schaltungstechnik (92640)....205
Werkstoffkunde für EEI (95610)....207
Automatisierungstechnik
Grundlagen der Elektrotechnik III (92580)....211
Mechatronic components and systems (MCS) (92347)....213
Modeling of Control Systems (92241)....215
Nonlinear Control Systems (92529)....216
Schätzverfahren in der Regelungstechnik (94961)....218
Sensorik (92670)....219
Elektrische Energie- und Antriebstechnik
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (96511)....222
Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (96521)....224
Elektrische Antriebstechnik I (96540)....226
Elektrische Antriebstechnik II (96120)....229
Grundlagen der elektrischen Energieversorgung (92542)....232
Grundlagen der Elektrotechnik I (92560)....234
Grundlagen der Elektrotechnik II (92570)....236
Hochspannungstechnik (96240)....238
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (96360)....240
Regenerative Energiesysteme (96390)....242
Schutz- und Leittechnik (96420)....244
Thermische Kraftwerke (96480)....246
Informationstechnik
Digitale Signalverarbeitung (93500)....249
Digitale Übertragung (93510)....251
Hochfrequenztechnik (92720)....253
Image and Video Compression (96310)....255
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601)....258
Kommunikationsnetze (92290)....261
Signale und Systeme I (92681)....263
Signale und Systeme II (92682)....265
Statistical Signal Processing (96430)....267
Mikroelektronik
Analoge elektronische Systeme (96500)....271
Digitale elektronische Systeme (96090)....273
Entwurf integrierter Schaltungen I (96590)....275
Entwurf Integrierter Schaltungen II (96600)....277
Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (96180)....279
Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I) (92521)....282

Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I) (92513)..... 284
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (97530)..... 286
Multiphysics Systems and Components (96841)..... 289
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1 (92531)..... 291
Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (96410)..... 292
Leistungselektronik
Digitale Regelung (97360)..... 295
Elektromagnetische Verträglichkeit (96580)..... 297
Halbleiterbauelemente (92590)..... 299
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III) (92523)..... 301
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung (96230)..... 303
Leistungselektronik (96630)..... 305
Pulsumrichter für elektrische Antriebe (96370)..... 307
Regelungstechnik A (Grundlagen) (92650)..... 309
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060)..... 311
Schaltnetzteile (96670)..... 314
Schaltungstechnik (92660)..... 316
Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (96440)..... 318
Thermisches Management in der Leistungselektronik (96680)..... 321
Grundlagen der Produktentwicklung
Grundlagen der Produktentwicklung (94711)..... 323
Technische Darstellungslehre 2 (94591)..... 329
Technische Produktgestaltung (97110)..... 333
Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik
Handhabungs- und Montagetechnik (97121)..... 339
Produktionstechnik I und II (94570)..... 341
Technische Mechanik
Dynamik starrer Körper (94500)..... 345
Statik und Festigkeitslehre (94660)..... 347
Qualitätsmanagement und Messtechnik
Grundlagen der Messtechnik (94510)..... 351
Schwerpunkt Physiologie
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800)..... 361
Biosignalverarbeitung (22860)..... 363
Schwerpunkt Bildverarbeitung
Computational Magnetic Resonance Imaging (93109)..... 365
Computer Architectures for Medical Applications (44145)..... 367
CT Reconstruction (46820)..... 369
Medical Physics in Nuclear Medicine (355271)..... 370
Visual Computing in Medicine (44481)..... 372
Schwerpunkt Biometrie
Biometrie und Epidemiologie (22101)..... 377
Computerintegrierte Produktion
Automotive Engineering I (95340)..... 380
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (95270)..... 382
Grundlagen der Robotik (94951)..... 384
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (94947)..... 386
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (94946)..... 388
Industrie 4.0 für Ingenieure (319238)..... 390
Integrated Production Systems (97123)..... 392
International Supply Chain Management (94920)..... 394
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068)..... 396
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)..... 398

Produktionssystematik (97101)..... 400
Robotics Frameworks (92880)..... 402
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (94940)..... 404
Projekt Modul
Advanced Game Physics (749454)..... 407
AI-1 Systems Project (93116)..... 409
AI-2 Systems Project (93117)..... 411
AI Project: Computational Visual Perception (44670)..... 413
Ausgewählte Projekte der Computergraphik (GraPro) (44642)..... 414
Computational Imaging Project (43932)..... 415
Crypto Projekt (504404)..... 416
DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü+Projekt) (304635)..... 418
Fabrication Project (93190)..... 422
Hackerpraktikum/-projekt (Master) (HackMSc) (93136)..... 424
HPC Software Projekt (695344)..... 426
Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (615628)..... 428
Interactive Visualization Project (93161)..... 431
IoT Security (93199)..... 433
IT-Security Projekt (268914)..... 435
Master-Projekt Datenmanagement (377432)..... 436
Masterprojekt Rechnerarchitektur (93092)..... 438
Mobile Application Development and Security (93203)..... 440
The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS) (93142)..... 442
Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS) (577016)..... 444
Applied Software Engineering Master-Projekt (93141)..... 446
Project Deep Learning in Multimedia Forensics (47635)..... 447
Project Digital Reality (43387)..... 449
Project Intraoperative Imaging and Machine Learning (93093)..... 450
Project Music and Audio Processing (93164)..... 452
Project Representation Learning (93112)..... 453
Projekt angewandte Systemsoftwaretechnik (563486)..... 455
Projekt Biomedical Network Science (47676)..... 457
Projekt Kommunikationssysteme (515599)..... 458
Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (924553)..... 459
Projekt Medizininformatik (843544)..... 461
Projekt Mustererkennung (628205)..... 462
Projekt zur Künstlichen Intelligenz (851420)..... 464
Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (93111)..... 465
Research Project Extended Reality (93208)..... 467
Secure Web Development (344655)..... 469
Psychologie als Nebenfach für Informatik
Anwendungsmodul (78389)..... 472
Einführungsmodul (78386)..... 474
Grundlagenmodul (78388)..... 475
Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme
Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme (681735)..... 479
eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme (710850)..... 482
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961)..... 486
Prozessorientierte Informationssysteme (675090)..... 489
SWAT-Intensivübung (669768)..... 492
Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik
Bildgebende Radarsysteme (96381)..... 495

Globale Navigationssatellitensysteme (96401)..... 497
Integrierte Navigationssysteme (96101).....499
Kommunikationselektronik (92730)..... 501
Kommunikationsstrukturen (96801).....504
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) (96316).....506
Radar Signal Processing (44400)..... 508
Satellitengestützte Ortsbestimmung (652213)..... 511
Satellitenkommunikation (43460)..... 513
Transceiver-Systementwurf (96621).....517
Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design
Approximate Computing (965820)..... 520
Cyber-Physical Systems (451696).....522
Cyber-Physical Systems (44470).....524
Cyber-Physical Systems (636348).....526
Hardware-Software-Co-Design (502509)..... 528
Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung) (292952)..... 531
Moderne Hardware-Beschreibungssprachen (93084).....534
Parallele Systeme (43510).....536
Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (740665)..... 539
Reconfigurable Computing (43190)..... 542
Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises) (741941).....545
Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises) (110334)..... 548
Verifikation digitaler Systeme (92280).....551
Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme
Advanced Networking LEx (869547).....554
AI-enabled Wireless Networks (93172).....556
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (858896).....559
Pervasive Computing (44420).....561
Self-Organized Networks (43960)..... 562
Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz
Künstliche Intelligenz I (894856).....565
Künstliche Intelligenz II (532733).....567
Logik-Basierte Sprachverarbeitung (675137).....569
Logik-basierte Wissensrepräsentation für mathematisch/technisches Wissen (221236).....571
Wissensrepräsentation und -verarbeitung (93134)..... 573
Vertiefungsrichtung Mustererkennung
Advanced Deep Learning (93873)..... 576
Biomedizinische Signalanalyse (23070).....578
Deep Learning (901895)..... 582
Diagnostic Medical Image Processing (44150).....584
Human Computer Interaction (645618).....586
Interventional Medical Image Processing (44140).....589
Interventional Medical Image Processing mit Übung (43760).....591
Introduction to Machine Learning (65718)..... 592
Introduction to Network Science (93340).....595
Maschinelles Lernen für Zeitreihen (428256).....597
Music Processing Analysis - Lecture and Exercise (639119)..... 599
Pattern Analysis (44120).....602
Pattern Recognition (44130)..... 605
Reinforcement Learning (93185).....608
Selected Topics of Deep Learning for Audio, Speech, and Music Processing (44521).....610

Speech and Language Processing (44455)....611
Vertiefungsrichtung Programmiersysteme
Ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau (381033)....614
Grundlagen des Übersetzerbaus (44240)....616
Optimierung in Übersetzern (44231)....624
Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur
Architekturen von Superrechnern (44460)....628
CPU Entwurf mit VHDL (CPU) (211243)....630
CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt Prozessorentwurf) (169383)....632
CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt VHDL) (436348)....633
Heterogene Rechnerarchitekturen Online (275245)....635
Programmierung und Architekturen von Cluster-Rechnern (399289)....638
Rechnerarchitektur (798810)....639
Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung) (333815)....641
Vertiefungsrichtung Software Engineering
Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (510375)....644
Datenbank Praxis (93002)....646
Fehlertolerierende Softwarearchitekturen (Vorlesung mit Übung) (869140)....648
Grundlagen des Software Engineering (93550)....650
Konstruktives Software Engineering (471229)....652
Mainframe@Home (93183)....654
Mainframe Programmierung (505241)....656
Mainframe Programmierung II (93182)....658
Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS) (580491)....660
Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (480491)....662
The AMOS Project (PO Role, VUE 5 ECTS) (93145)....664
The AMOS Project (SD Role, VUE 10 ECTS) (93143)....666
Praktische Softwaretechnik (57025)....668
Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS) (733977)....670
Software Architecture (PROJ 5-ECTS) (386409)....672
Softwarearchitektur (600674)....674
Software Projektmanagement (312443)....677
Testen von Softwaresystemen (189989)....679
Vertiefungsrichtung Systemsimulation
Advanced Programming Techniques (465562)....682
Advanced Simulation Technology (661589)....684
Algorithms of Numerical Linear Algebra (352989)....685
Computational Optics CE and MAOT (768903)....686
High End Simulation in Practice (399607)....687
High End Simulation in Practice (44510)....688
Practical parallel algorithms with MPI (43311)....689
Programmiertechniken für Supercomputer (43740)....691
Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial) (278169)....693
Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (43370)....695
Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 2 (43871)....697
Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik
Advanced Mechanized Reasoning in Coq (93169)....700
Algebra des Programmierens (861501)....701
Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie (787141)....703
Approximationsalgorithmen (247639)....704
Beschreibungslogik und formale Ontologien (806144)....706
Effiziente kombinatorische Algorithmen (843472)....708

Formale Methoden der Softwareentwicklung (151316)..... 710
Functional Analysis for Engineers (43230)..... 712
Introduction to Dependently Typed Programming (44640)..... 713
Kommunikation und Parallele Prozesse (173107)..... 715
Modallogik (984981)..... 717
Monad-Based Programming (845618)..... 719
Praktische Semantik von Programmiersprachen (599478)..... 722
Randomisierte Algorithmen (164985)..... 724
Swarm Intelligence (44500)..... 726
Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Betriebssysteme und Betriebssystemtechnik (Vorlesungen mit erweiterten Übungen) (768129)..... 729
Betriebssysteme und Betriebssystemtechnik (Vorlesungen mit Übungen) (451058)... 730
Betriebssysteme und Echtzeitsysteme (Vorlesungen mit erweiterten Übungen) (834599)..... 731
Betriebssysteme und Echtzeitsysteme (Vorlesungen mit Übungen) (341400)..... 732
Betriebssysteme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (820947)..... 733
Betriebssysteme (Vorlesung mit Übungen) (150033)..... 736
Betriebssystemtechnik (V+EÜ) (350752)..... 739
Betriebssystemtechnik (Vorlesung mit Übungen) (406841)..... 741
Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme (939179)..... 743
Echtzeitsysteme mit erweiterten Übungen (179490)..... 746
Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (722831)..... 751
Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen) (557235)..... 754
Verlässliche Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen) (876012)..... 757
Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (743260)..... 760
Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen) (649073)..... 763
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen) (202041)..... 766
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung) (462793)..... 768
Web-basierte Systeme (93087)..... 770
Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit
Angewandte Informationssicherheit (93872)..... 773
Angewandte IT-Sicherheit (326311)..... 775
Cryptocurrencies (566245)..... 777
Datenschutz, Compliance und Informationssicherheit (43931)..... 778
Forensische Informatik (792501)..... 780
Fortgeschrittene forensische Informatik (393750)..... 782
Human Factors in Security and Privacy (658644)..... 783
Multimedia Security (330467)..... 786
Security and Privacy in Pervasive Computing (327615)..... 788
Security in Embedded Hardware (172338)..... 790
Software Exploitation (93098)..... 793
Web-Security (93083)..... 794
Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung
Didaktik der Informatik I (93210)..... 797
Didaktik der Informatik II (93220)..... 800
Seminar
Seminar Ethik der Digitalisierung (93870)..... 803
Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik
Algorithmische Bioinformatik (47678)..... 806
Cognitive Neuroscience for AI Developers (44445)..... 808
eHealth (742026)..... 810
Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin (741318)..... 812

Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 814
Geschäftsprozessmanagement und Informationstechnologie (22600)..... 817
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)..... 819
IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus (22980)..... 821
Klinische Datenwissenschaften (22991).....823
Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik (92270)..... 825
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850).....827
Vertiefungsrichtung Kryptographie
Cryptocurrencies (93006)..... 830
Cryptographic Communication Protocols (93206).....832
Cryptographic Communication Protocols: Key Exchange and Channels (93207).....834
Einführung in die moderne Kryptographie (93015)..... 836
Introduction to Privacy (93680)..... 838
Hauptseminar
Advanced Competitive Programming (93655)..... 840
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008).....842
Advanced Methods of Software Engineering (5-ECTS) (380491)..... 844
Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie (93079)..... 845
Automaten über unendlichen Wörtern (93126).....847
Big Data Seminar (93138).....849
Blockchain Seminar (BLOCK) (96950)..... 850
Coaching Agile Methods Teams (47638).....851
Commercial Open Source Startups (OSS-COSS) (93184).....852
Cryptographic Protocols (93118).....854
Deep Reinforcement Learning (645663).....855
Doktorandenseminar (309624).....856
Geschichte der Rechentechnik (47637).....857
Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI (47614).....859
IT-Sicherheits-Seminar (100657).....861
Kolloquium im Bereich Mustererkennung (655844).....862
Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L) (47657)..... 864
Iterative Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme (93096).....866
Machine Learning [5 ECTS] (358246)..... 868
Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS) (404439)..... 871
Network medicine (47673)..... 873
Neuartige Rechnerarchitekturen (941318).....874
The AMOS Project (PO Role, SEMI 5 ECTS) (93144).....876
Coaching Agile teams (47636).....878
Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (304439)..... 880
Privacy and Legal Aspects of Immutable Blockchains (47639)..... 882
Recent Advances in Cryptography (93179)..... 883
Research Data Skills (93188)..... 884
Cryptography in Secure Messaging: Understanding and Enhancing Signal (93204)...886
Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing (47643).....888
Seminar Advanced Deep Learning (47642).....890
Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged (871263)..... 891
Seminar Applied Software Engineering (93186).....893
Seminar: Ausgewählte Kapitel aus "The Art of Computer Programming" (886484).....894
Seminar Computer Vision (93154).....896
Seminar Deep Learning (514944).....897
Seminar: Digital Pathology and Deep Learning (47658).....898
Seminar Effiziente numerische Simulation auf Multicore-Prozessoren (495310).....900

Seminar Einführung in die Kryptografie (153330)....902
Seminar Energieinformatik (93656)....903
Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (93113)....905
Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (935405)....908
Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (835405)....910
Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning (47607)....912
Seminar Inverse Rendering (43388)....914
Seminar Koalgebraische Logik (95790)....916
Seminar Kommunikationssysteme (M.Sc.) (986443)....919
Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0 (903776)....921
Seminar Machine Learning in MRI (47619)....923
Seminar Meta Learning (47675)....924
Seminar Multi-Core Architecture and Programming (588895)....925
Seminar Neuroscience-inspired Artificial Intelligence (93202)....927
Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien (349413)....929
Seminar SystemC (716001)....930
Seminar Theoretische Informatik (863761)....932
Seminar Visual Computing (96970)....934
Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (635405)....936
Systems- and Networks-on-a-Chip für INF (834345)....938
Themen der Kategorientheorie (819238)....940
Vertiefungsrichtung Visual Computing
Computational Photography and Capture (43386)....943
Computational Visual Perception (93173)....945
Computer Graphics (43821)....947
Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum) (43394)....950
Computer vision (713618)....953
Geometric Modeling (796399)....955
Geometry Processing (43392)....957
Globale Beleuchtungsberechnung (43395)....959
Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion (93176)...961
Hinter den Kulissen des Museums (43930)....963
Informationsvisualisierung (299892)....965
Interaktive Computergraphik (43391)....968
Neural Graphics and Inverse Rendering (93086)....970
Physically-based Simulation in Computer Graphics (43385)....971
Scientific Visualization (43722)....973
Visualization (93175)....975
Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (773774)....978
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen) (604896)....981
Ereignisgesteuerte Systeme (93540)....983
Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)
Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren (593320)....986
Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)
Automotive Systems and Software Engineering (313638)....989
Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen) (707303)....991
Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende
Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft (72203)....997
Basismodul Einführung in die Französische Sprachwissenschaft (72204)....999

Basismodul Französische Sprachpraxis 1 (72213)....1001
Basismodul Französische Sprachpraxis 2 (72224)....1003
Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende
Basismodul Spanische Literaturwissenschaft (72634)....1006
Basismodul Spanische Sprachwissenschaft (72633)....1008
Spanische Sprachpraxis 1 (72372)....1010
Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende
Basismodul Italienische Literaturwissenschaft (72624)....1013
Basismodul Italienische Sprachpraxis 1 (72292)....1015
Basismodul Italienische Sprachwissenschaft (72623)....1017
Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende
Basismodul Außereuropäische Regionen I (75642)....1020
Basismodul Außereuropäische Regionen II (75644)....1022
Basismodul Internationale Beziehungen I (75632)....1024
Basismodul Internationale Beziehungen II (75634)....1026
Basismodul Politische Systeme I (75623)....1028
Basismodul Politische Systeme II (75624)....1030
Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte I (75612)....1032
Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte II (75614)....1034
Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik
Fertigungsmesstechnik I (97247)....1037
Fertigungsmesstechnik II (96925)....1047
Hauptseminar Messtechnik (607629)....1051
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248)....1053
Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030)....1057
Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940)....1059
Rechnergestützte Messtechnik (96930)....1061

Nebenfach

1	**Modulbezeichnung** 1818	**Nebenfach Physik** Minor subject: Physics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Nanotechnologen I (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Materialwissenschaftler, Nanotechnologen und Integrated Life Scientists I (3 SWS) Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Integrated Life Scientists I (1 SWS) Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Naturwissenschaftler I (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Naturwissenschaftler I (4 SWS)	- 5 ECTS - - 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alexander Schneider Prof. Dr. Norbert Lindlein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Vojislav Krstic Prof. Dr. Alexander Schneider Prof. Dr. Heiko Weber
5	**Inhalt**	*Mechanik:* • Messungen, Einheiten, Dimensionen, Größenordungen • Bewegungen in einer Raumdimension • Bewegungen in drei Raumdimensionen • Newtonsche Gesetze: Kraft • Arbeit, Energie, Leistung • Schwerpunkt, Impuls, Stoßprozesse • Drehbewegungen • Gravitationsgesetz • Mechanik deformierbarer Körper, Flüssigkeiten, Gase *Schwingungen und Wellen:* • ungedämpfte, gedämpfte sowie erzwungene Schwingungen • Überlagerung • Wellenausbreitung • Beugung • geometrische Optik *Thermodynamik:* • Temperatur, ideales Gas • Kinetische Gastheorie • Reales Gas, Phasendiagramm • Wärmekapazität, Schmelz-, Verdampfungsenergie • Wärmeleitung, Wärmestrahlung • Wärmekraftmaschinen, Wirkungsgrad
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Grundlagen der Mechanik und Thermodynamik darstellen • haben ein grundlegendes Verständnis, wie Naturvorgänge auf grundlegende Naturgesetze zurückgeführt werden können

		• wenden in Übungen das erlernte Wissen auf spezielle Situationen und Fragestellungen der Mechanik und Thermodynamik an • besitzen grundlegende Kompetenz im analytischen Denken als Mittel zur exakten Beschreibung naturwissenschaftlicher Zusammenhänge
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Leistungsschein schriftlich (90 Minuten) schriftlich (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (180 Minuten) schriftlich (180 Minuten) schriftlich (90 Minuten) Variabel schriftlich Klausur (90 Minuten) schriftlich (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) schriftlich (180 Minuten) schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Leistungsschein (0%) schriftlich (33%) schriftlich (33%) Klausur (33%) Klausur (100%) schriftlich (67%) schriftlich (33%) Variabel (100%) schriftlich (33%) Klausur (50%) schriftlich (33%) Klausur (33%) Klausur (33%) schriftlich (67%) schriftlich (33%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.

14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	Paul A. Tipler: Physik, Spektrum Akademischer Verlag (2009) Hering, Martin, Stohrer: Physik für Ingenieure, Springer (2012) Gerthsen: Physik, Springer (2010)

1	**Modulbezeichnung** 1821	**Nebenfach Soziologie** Minor subject: Sociology	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Basisseminar: Vergleichende Gesellschaftsanalyse (2 SWS) Seminar: Basisseminar: Bildung und Lebenslauf (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung: Einführung in die Methoden der empirischen Sozialforschung (2 SWS) Seminar: Basisseminar: Vergleichende Gesellschaftsanalyse (2 SWS) Seminar: Basisseminar: Arbeit und Organisation (2 SWS, WiSe 2023) Seminar: Basisseminar: Kultur und Kommunikation (2 SWS, WiSe 2023) Seminar: Basisseminar: Bildung und Lebenslauf (2 SWS) Seminar: Basisseminar: Arbeit und Organisation (2 SWS, WiSe 2023) Seminar: Basisseminar Arbeit und Organisation (0 SWS) Seminar: Basisseminar: Kultur und Kommunikation (SWS, WiSe 2023)	- - - - - - - - - -
3	Lehrende	Amelie Tihlarik Dr. Manuel Nicklich Prof. Dr. Nicole Janine Saam Philipp Landauer Dr. Michael Whittall Prof. Dr. Aida Bosch Jakob Seitz Dr. Ronald Staples PD Dr. Gerd Sebald Dr. Alexander Antony	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Gerd Sebald
5	**Inhalt**	Im WiSe: Vorlesung Einführung in die Soziologie, dazu ein Seminar aus den vier Gegenstandsfeldern in der Soziologie mit 5 ECTSIm SoSe: Vorlesung Einführung in die Methoden der empirischen Sozialforschung (das Seminar kann auch im SoSe absolviert werden)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Siehe Veranstaltungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) schriftlich/mündlich Variabel schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich Klausur (60 Minuten) schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (33%) schriftlich/mündlich (100%) Variabel (100%) schriftlich/mündlich (33%) schriftlich/mündlich (100%) schriftlich/mündlich (100%) schriftlich/mündlich (100%) schriftlich/mündlich (33%) schriftlich/mündlich (100%) schriftlich/mündlich (33%) schriftlich/mündlich (100%) Klausur (33%) schriftlich/mündlich (33%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 360 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Astronomie

1	**Modulbezeichnung** 66292	**Astronomie** Astronomy	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (1 SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 1 (2 SWS) Praktikum: Astronomisches Praktikum (LAG) (8 SWS) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 2 (2 SWS) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Informatiker) (8 SWS) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (1 SWS) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Nicht-Physiker) (8 SWS)	- 3 ECTS - - - - -
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ulrich Heber Prof. Dr. Manami Sasaki Prof. Dr. Jörn Wilms
5	**Inhalt**	Das Modul gibt eine Beschreibung der wesentlichen Bestandteile des Universums und der naturwissenschaftlichen Methoden, die es uns erlauben, ihre Entfernungen, Größenskalen, Massen und physikalische Natur zu verstehen. Im Einzelnen werden behandelt: • Geschichtlicher Hintergrund der Astronomie • Sonnensystem: Planetenbewegung und Keplersche Gesetze, Eigenschaften der Planeten und der kleinen Objekte im Sonnensystem (Auswahl aus: innerer Aufbau der Planeten, planetare Oberflächen, Atmosphären, Ringe), extrasolare Planeten. • Sterne: Entfernungen, Temperaturen, Spektren, Massen, Hertzsprung-Russell-Diagramm, innerer Aufbau, Entstehung und Entwicklung, Endstadien der Sternentwicklung, Doppelsterne. • Milchstraße und andere Galaxien: Aufbau und Entwicklung, Klassifikation, kosmischer Materiekreislauf, Galaxienhaufen, ausgewählte Methoden der Entfernungsbestimmung. • Das Universum: Entstehung, Hubblesches Gesetz, 3K Hintergrundstrahlung, Entwicklung des Universums. • Astronomische Messmethoden: Aufbau und Benutzung astronomischer Teleskope, Spektroskopie, Detektoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • berichten über die wichtigsten Bestandteile des Universums und ihrer Entwicklung. • erläutern Methoden zur Messung der Entfernungen von Sternen und Galaxien und wenden diese auf Messungen an.

		• bestimmen aus Messdaten Massen und Temperaturen astronomischer Objekte. • führen einfache astronomische Messungen selbst durch und werten die Ergebnisse aus. • beschreiben die in der Astronomie notwendige Extrapolation von Ergebnissen von Labormessungen auf astronomische Skalen. • bedienen typische astronomische Instrumente.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur schriftlich/mündlich Protokollheft
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (33%) Klausur (67%) schriftlich/mündlich (33%) Protokollheft (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 165 h Eigenstudium: 285 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• H. Karttunen, P. Kroger, H. Oja, |Fundamental Astronomy|, Springer, 2003 • M. Kutner, |Astronomy: A Physical Perspective|, Cambridge Univ. Press, 2003

1	**Modulbezeichnung** 66291	**Astronomie (weiterführend)** Integrated course 3 - Quantum field theory and particle physics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Astronomie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (33%) Klausur (33%) Klausur (33%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Betriebswirtschaftslehre

1	**Modulbezeichnung** 57043	**Business intelligence**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Pavlina Kröckel
5	**Inhalt**	We introduce a variety of topics which will give you a kick start in the field of data science and will help you to continue the learning path in other, more advanced courses. We teach the whole data science process (based on the industry-wide accepted CRISP model) from the business and data understanding to the deployment and management steps. Students get familiar with terms like data science, machine learning, and artificial intelligence, as well as available tools and technologies. You will learn what is behind the technology that powers everything from your shopping suggestions on Amazon to automatic systems like chatbots and self-driving cars. We teach you the most used machine learning algorithms right now: decision trees, neural networks, association rules (Apriori and FP Growth), clustering algorithms (k-Means, DBSCAN).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Can describe important business intelligence and data science concepts, tools, and algorithms • Learn how to structure a data science project • Work on a practical exercise and apply the learned algorithms on a real-world dataset • Are able to evaluate a machine learning model and decide on its goodness of fit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The lecture is intended for students with no prior knowledge in data analytics. Course is **limited to 200 participants**.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) A **pre-requistite** to attend the **exam** is **course registration on StudOn**. Course participation is limited. Thus, we cannot offer an exam for students not part of the StudOn course.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided during the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 82570	**BWL für Ingenieure** Business studies for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS) Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Lars Friedrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	BW 1 (konstitutive Grundlagen): Grundlagen und Vertiefung spezifischer Aspekte der Rechtsform-, Standort-, Organisations- und Strategiewahl BW 2 (operative Leistungsprozesse): Betrachtung der unternehmerischen Kernprozesse Forschung und Entwicklung mit Fokus auf das Technologie- und Innovationsmanagement, Beschaffung und Produktion sowie Marketing und Vertrieb BW 3 (Unternehmensgründung): Grundlagen der Gründungsplanung und des Gründungsmanagements BW 3 Übung (Vertiefung und Businessplanerstellung): Vertiefung einzelner Schwerpunkte aus den Bereichen BW 1, 2 und 3 sowie ausgewählte Fallstudien zu wichtigen Elementen eines Businessplans
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben Kenntnisse über Grundfragen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre • verstehen die Kernprozesse der Unternehmung und die damit verbundenen zentralen Fragestellungen • erwerben ein Verständnis für den Entwicklungsprozess der Unternehmung sowie deren Kernprozesse, insbesondere verfügen sie über breites und integriertes Wissen einschließlich der wissenschaftlichen Grundlagen in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Beschaffung, Produktion, Marketing und Vertrieb. • können Fragen des Technologie- und Innovationsmanagements anhand der Anwednung ausgewählter Methoden und Instrumente erschließen • wissen um die Bestandteile eines Businessplans, deren Bedeutung und sind in der Lage, diese zu verfassen und zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	**Modulbezeichnung** 56210	**Digital change management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sven Laumer
5	**Inhalt**	Lecture: This module provides an organizational and social perspective of the digital transformation. It introduces theories and methods to analyze, visualize, and discuss challenges of the acceptance of the digital transformation. Case study: Using research methods (interviews, surveys) students should investigate a digital transformation project and analyze its design and acceptance. The results should be presented as an own case study (case study paper, presentation). The case study is conducted as group work.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students can analyze, visualize and discuss consequences of the digital transformation for individuals and organizations as well as its implementation challenges. Students are able to design an implementation project to focus especially on end-users.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Klausur (60 Minuten) (schriftlich = Case Study)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (50%) Klausur (50%) (schriftlich = Case Study - evaluated as a group)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 80 h Eigenstudium: 70 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Alter, S. (2013). Work System Theory: Overview of Core Concepts, Extensions, and Challenges for the Future. Journal of the Association for Information Systems, 14 (2), 72-121 Kotter, J.P. (2005). Out Iceberg is Melting. St.Martins Press, Kotter, J.P. (2010). Leading Change, Harvard Business Press Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., and Davis, F. D. 2003. User acceptance of information technology: toward a unified view, MIS Q (27:3), pp. 425478.

1	**Modulbezeichnung** 57290	**Enterprise knowledge management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Enterprise Knowledge Management (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sven Laumer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sven Laumer
5	**Inhalt**	Lecture on demand: This module uses the Flipped Classroom method and provides an advanced perspective on enterprise knowledge management. It focuses on knowledge management strategy and processes, knowledge management governance, knowledge modelling and visualization as well as concepts like crowdsourcing, open innovation and crowdfunding in a knowledge management context. From a theoretical perspective, the module introduces social networks and social network analysis as base for enterprise knowledge management. Tutorial: The contents of the lecture on demand are further discussed by means of exercises and case studies. Practical exercises are conducted using common social network analysis or knowledge management software.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students can analyze, visualize, design and discuss enterprise knowledge management approaches.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 80 h Eigenstudium: 70 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	TBA

1	**Modulbezeichnung** 53710	**Foundations of international management I**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Foundations of International Management I (1 ECTS, Seminar) (1 SWS) Vorlesung: Foundations of International Management I (2 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Holtbrügge Laura Kirste	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Holtbrügge
5	**Inhalt**	1. Environment of International Management: History and Major Trends 2. Theoretical and Conceptual Foundations of International Management 3. Theories of Internationalization 4. Strategic Management in International Corporations.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The participants understand and analyze typical management problems of international firms. The participants will get to know modern theories and methods of international management and will be able to apply these to practical problems. They get a detailed overview of the current state of international management research and are able to evaluate theoretical and empirical studies in this area critically.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	English language proficiency (C1)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Report Präsentation *Details for the examination for the lecture: Report (6 pages)* *Details for the examination for the seminar: Oral presentation (attendance mandatory)*
11	**Berechnung der Modulnote**	Report (80%) Präsentation (20%) *Details: Report (Lecture): 80%; Presentation (Seminar) 20%*
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Holtbrügge, D. & Welge, M.K. (2020). International Management. Mimeo, Nürnberg (chapters 1-4). Holtbrügge, D. & Haussmann, H. (eds.) (2017). Internationalization Strategies of Firms. Case Studies

		from the Nürnberg Metropolitan Region. 2nd edition. Augsburg-München: Hampp.

1	**Modulbezeichnung** 57320	**Foundations of linked data**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Harth
5	**Inhalt**	The Linked Data principles provide a unified interface to data and software systems based on web architecture. Linked Data is increasingly popular in scenarios where data and systems from multiple providers have to be integrated, both in an enterprise setting and on open data from the web. The module covers foundational techniques to access, process and integrate data, both from a theoretical and a practical perspective, and provides a coherent treatment of protocols and languages specified by the World Wide Web Consortium. The module combines techniques from different areas, such as databases and artificial intelligence, adapted for use in a decentralised setting on the web. The overarching topic is to facilitate data integration on the basis of resource-oriented modelling, knowledge representation, hyperlinks and state transfer between user agents and servers. The module sets out with a history of hypertext systems, followed from an introduction to web architecture and knowledge representation, including algorithms for query evaluation and deductive reasoning. The module closes with a user agents for querying integrated data from sources attainable through the web.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	You will learn how to describe data in a way that facilitates integrated access. You will be able to write queries that access large amounts of data within a unified logical framework. You will be able to apply the technologies and techniques around Linked Data to support data integration in an enterprise setting and on the web, and therefore have the necessary skills for a broad variety of data science applications.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students should have a basic understanding of how the internet and the web work. Some knowledge of relational databases is beneficial.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided during the lecture. The following books give an overview of the topics of the lecture: Tim Berners-Lee. Weaving the Web. Harper, 1999 Tom Heath, Christian Bizer. Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space. Morgan & Claypool, 2011. Dean Allemang. Semantic Web for the Working Ontologist: Effective Modeling in RDFS and OWL. Morgan Kaufmann, 2008. For a brief motivation read tyfair.com/news/2018/07/the-man-who-created-the-world-wide-web-has-some-regrets

1	**Modulbezeichnung** 57053	**Innovation and leadership**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Innovation and Leadership (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Layla Hajjam Matthäus Wilga Prof. Dr. Kathrin Möslein Nina Lugmair	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	**Inhalt**	The lecture focuses on the challenges of leading and communicating innovation and change in IT enabled companies and networked organizations. Based upon that, creating a sustainable innovative environment is a leadership task. In order to succeed at this task, leaders must develop innovative abilities to deal with the challenges inherent in a business environment characterized by fluid, unstructured and changing information. The aim of this course is thereby twofold. First, the course delineates and describes different yet emerging innovation tools, organizing them into a coherent set of classes. Each class of tools is described using a set of up-to-date business cases that depict the current status of the information systems. The second aim of this course is to get an overview of how to structure leadership systems towards innovation, how leaders can motivate to foster innovative thinking and what new forms of innovation (e.g. open innovation) mean for the definition of leadership. In doing so, this lecture represents an Idea Transformation Class as students are encouraged not only to merely develop, but to actively deploy specifically developed concepts.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts. • will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts. • will learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basic understanding of innovation management • Basic understanding of management processes • First experience in team projects
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (0%) schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Huff, Möslein & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	**Modulbezeichnung** 56216	**Judgment in decision making and evidence-based management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Judgment in decision making and evidence-based management (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Julia Neukam Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	**Inhalt**	While todays companies and individuals have access to more and more data, most decisions are taken on limited and imperfect information. Consequently, various fields require their practitioners to have an in-depth understanding of judgment and decision-making. Examples include the development of user interfaces and marketing strategies, hiring decisions, crisis intervention, as well as policy-making in education, healthcare, or social services. This course examines how people make choices, judge situations, probabilities, and decision options. The focus is on the contrast between rational decision-making, and the psychological principles that guide decision behavior. The course reviews common heuristics, cognitive errors and systematic biases that help us to make reasonable and accurate decisions in some areas, but may crucially misguide us in others. We will develop tools to detect and mitigate systematic cognitive biases and we will identify strategies that tap into these insights for improved decision-making in diverse real-world contexts, both in simple everyday-life situations and complex managerial decision environments.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Student are able to • describe key psychological processes involved in judgment and decision making. • explain when and why those processes lead to (more or less) accurate and inaccurate judgments. • identify and describe common judgment and decision heuristics and biases. • apply the acquired knowledge to examples and problems from business and public policy. • explain the methodology (experiments and field studies) used to study judgment and decision making and apply it to new real-world applications. • critically reflect upon the way how they and others take common decisions in daily life. • work together in international small work groups, summarize key takeaways from behavioral studies, and present their results in English.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Projekt-/Praktikumsbericht Written exam and project (creating a short educational video clip)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (60%) Projekt-/Praktikumsbericht (40%) Written exam (60%), project (40%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided during the seminar.

1	**Modulbezeichnung** 82491	**Marketing-Fallstudien** Marketing case studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Marketing Fallstudien (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Christian Götz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Christian Götz
5	**Inhalt**	• Kommunikation und Kommunikationsmodelle • Einführung in das moderne Marketingmanagement • Grundlagen der Marketinginstrumente • Aspekte der Marktsegmentierung und Produktplatzierung • Marktforschung und ihre Methoden • Kundenprädispositionen und Kaufbereitschaft • Kommunikationsstrategie und Werbemanagement • Grundlegende Instrumente im Kommunikationsmix • Grundzüge des Neuromarketings und der Werbepsychologie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern die wesentlichen Inhalte und Methoden der modernen Marketinginstrumente im Marketing-Mix (Produkt-, Kontrahierungs-, Distributions- und Kommunikationspolitik) • beschreiben die wesentlichen Designs und Methoden (Beobachtung, Befragung, Experiment) der modernen Marktforschung • erklären den Prozess der Entwicklung von zielgruppenspezifischen Werbebotschaften und Aussagen • kennen wesentliche Komponenten der modernen Werbepsychologie • können diese in bestimmten Fallbeispielen (z.B. bei der Anordnung und dem Aufbau des Point of Sale) verifizieren • wissen über die Wirkung von Werbebotschaften und können diese an Beispielen analysieren • können Erkenntnisse aus der Vorlesung auf ihr eigenes On- und Offline-Einkaufsverhalten anwenden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagenkenntnisse in BWL empfohlen aber nicht zwingend erforderlich
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation/Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation/Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Homburg, Christian: Marketingmanagement • Meffert, Heribert: Marketing • Kotler, Philip: Marketing Management • Moser, Klaus: Markt- und Werbepsychologie • Scheier, Christian, Held, Dirk: Wie Werbung wirkt. Erkenntnisse des Neuromarketings

1	**Modulbezeichnung** 57134	**People Analytics – Data Science für Human Resources Management** People analytics – Data science for human resources management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: People Analytics (4 SWS) People Analytics is organized as a self-study course. People Analytics ist als Selbstlernkurs organisiert.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sven Laumer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sven Laumer
5	**Inhalt**	Decision-making is a critical task for HR departments. They not only must handle the onboarding and offboarding of an employee, but are also responsible for optimizing each stage of the employee life cycle and all the processes related to it. Hence, HR experts seek the help of precise data to determine the best course of action. In small companies, information can be easily collected and organized; however, as companies grow, and their number of employee increases, the challenges of managing a larger workforce begins to surface. Thankfully, technological advancements have brought a new set of tools that HR experts can use to aid their decision making. With the right implementation, companies can measure the effectiveness of their business strategies, optimize resources, and improve the employee experience. In this context, People Analytics is a new concept that has been established in science and in practice, which comprises of the processes of collecting, analyzing, and reporting relevant HR information to make data-driven decisions. The lecture videos are pre-recorded and available via StudOn, but make sure to register via https://kurse.vhb.org/ first. Die Entscheidungsfindung ist eine wichtige Aufgabe für Personalabteilungen. Sie müssen sich nicht nur um das Onboarding und Offboarding eines Mitarbeiters kümmern, sondern sind auch für die Optimierung jeder Phase des Mitarbeiterlebenszyklus und aller damit verbundenen Prozesse verantwortlich. Daher sind die Personalverantwortlichen auf präzise Daten angewiesen, um die beste Vorgehensweise zu bestimmen. In kleinen Unternehmen können Informationen leicht gesammelt und organisiert werden. Wenn das Unternehmen jedoch wächst und die Zahl der Mitarbeiter zunimmt, werden die Herausforderungen der Verwaltung einer größeren Belegschaft immer größer. Glücklicherweise hat der technologische Fortschritt eine Reihe neuer Instrumente hervorgebracht, die HR-Experten bei der Entscheidungsfindung helfen können. Mit der richtigen Implementierung können Unternehmen die Effektivität ihrer Geschäftsstrategien messen, Ressourcen optimieren und die Erfahrungen ihrer Mitarbeiter verbessern. In diesem Zusammenhang ist People Analytics ein neues Konzept, das sich in der Wissenschaft und in der Praxis etabliert hat. Es umfasst die Prozesse der Sammlung, Analyse und Berichterstattung relevanter HR-Informationen, um datengestützte Entscheidungen zu treffen.

		Die Vorlesungsvideos sind voraufgezeichnet und über StudOn verfügbar. Bitte melden Sie sich vorher über die https://kurse.vhb.org/ an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students should be able to discuss why People Analytics is an important concept in the context of Human Resource Management, and differentiate between the different pillars of PA. Furthermore, they should be able to independently implement a People Analytics projects. Die Studierenden sollen erörtern können, warum People Analytics ein wichtiges Konzept im Kontext des Human Resource Managements ist, und die verschiedenen Säulen von PA unterscheiden können. Darüber hinaus sollen sie in der Lage sein, selbstständig ein People Analytics Projekt durchzuführen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Students should have a basic familiarity with data mining and data analytics methods and tools. • Some elementary knowledge of programming in Python and R is recommended. • Die Studierenden sollten mit den Methoden und Werkzeugen des Data Mining und der Datenanalyse grundlegend vertraut sein. • Grundlegende Kenntnisse der Programmierung in Python und R werden empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich In this course, students will be evaluated via a project report, where they are expected to answer theoretical research questions with regard to the People Analytics pillars introduced in the second part of the lecture. Furthermore, students are also expected to implement their own data-driven solutions for each of the research questions. Case studies introduced in the lectures serve as a good guidance for this task. In diesem Kurs werden die Studenten anhand eines Projektberichts bewertet, in dem sie theoretische Forschungsfragen in Bezug auf die im zweiten Teil der Vorlesung vorgestellten Säulen der People Analytics beantworten sollen. Darüber hinaus wird von den Studierenden erwartet, dass sie ihre eigenen datengesteuerten Lösungen für jede der Forschungsfragen implementieren. Die in den Vorlesungen vorgestellten Fallstudien dienen als gute Anleitung für diese Aufgabe.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Deutsch oder Englisch Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided in StudOn. Alle relevanten Materialien werden in StudOn zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 54760	**Process Analytics (PA)** Process analytics (PA)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: T: Process Analytics (0 SWS) Vorlesung: V: Process Analytics (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Hana Ibrahim Annina Ließmann Sandra Zilker Prof. Dr. Martin Matzner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Annina Ließmann Prof. Dr. Martin Matzner Dr. Sven Weinzierl
5	**Inhalt**	The course deals with data-driven analysis of business processes. Therefore, different technical, organizational and business aspects of process improvement are discussed with Process Mining being at the center of attention. The module has a strong practical focus and encourages students to apply methods and concepts learned during the lecture. In the group project the students will apply their knowledge using state-of-the-art process mining tools (e.g., Celonis).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • capture the concepts around process improvement and recognize the potentials for organizations • understand technical aspects of data-driven process analysis • know about state-of-the art technologies for process mining • apply technologies for data extraction and analysis in a practical setting • analyze a business process and develop a business case for process improvements work in groups and present their results together
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Beneficial: • Basic understanding of business processes and process notations / modelling
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (70%) Klausur (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	None

Nebenfach Biologie

1	**Modulbezeichnung** 62921	**Allgemeine Biologie I** General biology I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Allgemeine Biologie I: Biologie für Nebenfächler (Bio-NF) (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Gerald Seidel PD Dr. Michael Lebert Dr. Ingrid Brehm	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Michael Lebert
5	**Inhalt**	*Botanik:* • Bau und Leistung der Pflanzenzelle • Morphologie und Anatomie der Pflanzenorgane • Systematik und Evolution von Pflanzen • Vermehrung von Pflanzen • Pflanzenphysiologie • Pflanze und Umwelt *Zoologie:* • Stoffwechsel, Kreislauf und Atmung • erregbare Zellen: Muskelzellen und Nervenzellen • zelluläre Neurophysiologie (Ruhepotential, Aktionspotential, axonale Weiterleitung der Erregung, Synapse) *Mikrobiologie:* • Einführung in die Mikrobiologie • Zellstruktur und Zellfunktion • Grundlagen der Molekularbiologie und Bakteriengenetik • Mikrobiologie der Prokaryoten (Physiologie, Taxonomie und Phylogenie) • Grundlagen der Virologie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Struktur und Funktionen der Biomoleküle in Ihren Grundzügen beschreiben und erläutern; • verstehen die Zelltypen verschiedener Organismen und können deren Zellbestandteile- und bausteine darstellen und erklären; • kennen die Grundbegriffe der Zytologie, Morphologie und Anatomie der Pflanzen und sind in der Lage diese Einordnungen anzuwenden; • sind in der Lage, die Physiologie der Pflanzen darzustellen; • können die Anpassungen von Pflanzen darlegen; • sind befähigt, die Evolution der Pflanzen in den Grundzügen zu erklären; • können zelluläre Unterschiede zwischen Pflanzen und Tieren erläutern; • sind in der Lage, die fundamentalen Prozesse des Energiestoffwechsels der Tiere - und damit verbundene Anpassungen (Kreislauf und Atmung) in den Grundzügen darzustellen und zu beschreiben;

		• verstehen die zellulären und molekularen Grundlagen der Muskelkontraktion und können diese darstellen und verdeutlichen; • können zelluläre Grundlagen sowie grundlegende Funktionsmechanismen von Nervenzellen einordnen • verstehen den Einfluss von Mikroorganismen auf Ökosysteme und deren Nutzung in Landwirtschaft, Biotechnik, Medizin und Lebensmittelproduktion; • erwerben basale Kenntnisse der Bakteriengenetik, der Physiologie, der taxonomischer Einteilung und den Grundlagen der Virologie.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Nultsch, Allgemeine Botanik, Thieme Verlag Fuchs, Allgemeine Mikrobiologie Thieme-Verlag Wehner, Gehring, Kühn, Zoologie, Thieme Brock: Mikrobiologie, Pearson Verlag Campbell, Biologie, Pearson

1	**Modulbezeichnung** 62922	**Allgemeine Biologie II** General biology II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Allgemeine Biologie II: Morphologie und Anatomie der Organismen (Laborübung) (5 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alexandra Schambony Dr. Peter Richter PD Dr. Michael Lebert	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Michael Lebert
5	**Inhalt**	• Einführung in die Lichtmikroskopie (Hellfeld-, Dunkelfeld-, Phasenkontrast-Mikroskopie) • Charakteristika eukaryontischer Zellen am Beispiel von Amöben und Ciliaten (u.a. Phagocytose, verschiedene Fortbewegungstypen) • Entwicklung eines Tieres am Wirbeltierbeispiel (Huhn) • Organisationsprinzipien vielzelliger Tiere am Beispiel repräsentativer Tiergruppen (Cnidaria, Plathelminthes, Annelida, Arthropoda, Vertebrata) • Evolutive Abwandlung und ökologische Anpassungen dieser Baupläne • Algen und Pflanzen: u.a. Cyanobakterien, Kieselalgen und Grünalgen (Organisationsstufen), Moose und Farne (Aufbau und Generationswechsel), Höhere Pflanzen (Wurzel und Physiologie der Wasseraufnahme, Spross mit Leitgeweben und sekundärem Dickenwachstum, Blatt und Photosynthese, Blüte, Fortpflanzung und Frucht)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen grundlegende Mikroskopier- und Präparationstechniken • sind in der Lage mikroskopische und anatomische Präparate zeichnerisch zu protokollieren • erkennen typische tierische Gewebe in histologischen Präparaten und - kennen die charakteristischen Phasen der Entwicklung eines Wirbeltieres und können die dabei ablaufenden Prozesse wiedergeben • verstehen die basalen Funktionen wichtiger tierischer Organsysteme und können diese in den verschiedenen Bauplänen miteinander vergleichen • kennen die grundsätzlichen Trends der Evolution pflanzlicher und tierischer Baupläne und können deren adaptive Bedeutung ermessen • bekommen ein vertieftes Verständnis von anatomischen und zellulären Funktionsbeziehungen bei Pflanzen und Tieren • verfügen über Grundlegende Kenntnisse der Formenkunde
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Campbell: Biologie; Wehner/Gehring: Zoologie

1	**Modulbezeichnung** 63270	**Computational Biology** Elective compulsory module computational biology	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten) Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) Klausur (50%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 63271	**Computational Biology I** Computational biology I	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: ILS-W1: Computational Biology, Übung (Teil 1, PO 2015, 2019) (5 SWS) Vorlesung: ILS-W1: Computational Biology, Vorlesung (Teil 1) (2 SWS)	4,5 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rainer Böckmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rainer Böckmann
5	**Inhalt**	**Skalenübergreifende Modellierung biologischer Systeme** • Statistische Thermodynamik • molekulare Kräfte in biologischen Strukturen • Konzept der Freien Energie und ihrer Berechnung • Mikroskopische Modellierung biomolekularer Systeme, Moleküldynamik • coarse-graining von Simulationen • makroskopische Modellierung • Multiskalenmodellierung • Diffusion und Brownsche Bewegung • Kinetik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den Übergang von mikroskopischen Skalen zu makroskopischen Observablen • sind fähig aktuelle Simulationsmodelle in Computational Biology am Computer selbständig anzuwenden; • können sich die Inhalte aktueller Publikationen aus dem Bereich Computational Biology erarbeiten und kritisch diskutieren; • verfügen über Kommunikationskompetenz.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Klausur (90 Minuten) PL: Klausur (90 Min) PL: Seminarvortrag (20 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (20%) Klausur (80%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 97 h Eigenstudium: 128 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Informationsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung des Stoffes werden im Internet und als Kopien zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 62982	**Mikrobiologische Übungen** Microbiology: practical exercises	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Praktische mikrobiologische Grundlagen für Biotechnologie 1 (3 SWS) Übung: Mikrobiologische Übungen für Naturwissenschaftler (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Gerald Seidel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Gerald Seidel
5	**Inhalt**	Mikroskop, Färbetechniken, Kultur- und Sterilisationsverfahren, • Wachstum von Bakterien, Antibiotika • Transformation von Acinetobacter spec., • Identifizierung/Diagnostik von Bakterien • grundlegende Techniken der Molekularbiologie • Experimente: Beobachtung von Bakterien im Mikroskop, verschiedene Darstellungsverfahren • Nachweis von Keimen in der Luft • Erlernen verschiedener Techniken, Herstellung von Nährmedien, Bestimmung Zellzahl in einer Kolonie, Bestimmung der Phagenzahl in einem Plaque, Sterilisationsversuche • selektive Anreicherung von Bakterien, Bakterienwuchskurve; Einfluss von Antibiotika auf das Wachstum von Bakterien • Isolierung von Antibiotika-Produzenten • Nachweis und Identifizierung von Bakterien, Resistenzbestimmung, Isolierung von Antibiotika-Produzenten,
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Aneignung der Grundkenntnisse der Mikrobiologie und molekularbiologischen Grundtechniken
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Brock Mikrobiologie, M. T. Madigan & J. M. Martinko, aktuelle Ausgabe (z.Zt. 2013) • Lehrbuch: Allgemeine Mikrobiologie, G. Fuchs, aktuelle Ausgabe (z.Zt. 2007) • Lehrbuch: Mikrobiologische Methoden, E.Bast

1	**Modulbezeichnung** 62820	**Ökologie und Diversität B** Ecology and diversity B	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten. Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Ruth Stadler
5	**Inhalt**	**Zoologische Bestimmungsübungen**: • Erkundung typischer Biotoptypen in der Umgebung Erlangens (Kiefernwald, Weiher incl. Plankton- und Saprobienthematik, Wiese, Fließwasser etc.) und ihrer Tiergemeinschaften und Ökologie • Einführung in Präparation von Wirbellosen und Anlegen einer wissenschaftlichen zoologischen Sammlung **Botanische Bestimmungsübungen**: Erkundung von Beispielarten in der Umgebung Erlangens an folgenden Standorten: • Rathsberg: Laubmischwald: Caryophyllaceae: Stellaria, Ranunculaceae: Anemone, Violaceae: Viola, Liliaceae: Polygonatum • Regnitztal: Auwald: Brassicaceae: Alliari, Lamiaceae: Lamium, Salicaceae: Salix • Schwabachtal: Sandmagerrasen: Fabaceae: Cytisus, Rosaceae: Potentilla, Euphorbiaceae: Euphorbia • Regnitzwiesen: Kräuter der Fettwiese: Apiaceae: Anthriscus, Asteroideae: Leucanthemum, Cichorioideae: Taraxacum, Polygonaceae: Rumex • Regnitzwiesen: Gräser der Fettwiese: Poaceae: Arrhenatherum, Poa, Lolium, Festuca • Walberla: Kalkmagerrasen: Plantaginaceae: Veronica, Plantago, Orobanchaceae: Rhinanthus • Tennenlohe: Sandäcker: Chenopodiaceae: Chenopodium, Geraniaceae: Erodium • Heusteg: Verlandungsreihe eutropher Gewässer: Cyperaceae: Carex, Solanaceae: Solanum, Juncaceae: Juncus, Primulaceae: Lysimachia • An verschiedenen Standorten: sandige, nährstoffreiche Ruderalfluren: Hypericaceae: Hypericum Onagraceae: Oenothera • Reichswald: Nadelforst auf Sandböden: Ericaceae: Vaccinium, Gymnospermae: Pinus, Pteridophyta: Dryopteris
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die wichtigsten einheimischen Tier- und Pflanzenfamilien und deren typischer Vertreter an ihrem Standort (Exkursionen) erkennen und unterscheiden (Formenkenntnis) sowie nach Art bestimmen;

		• sind in der Lage, fachgerecht mit einem Bestimmungsschlüssel umzugehen; • sind fähig, ein wissenschaftliches Herbar und eine zoologische Sammlung anzulegen; • sind zur Teamarbeit befähigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) PL: E-Klausur im Antwortwahlverfahren 45 Min.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zoologie, nur Empfehlung: Brohmer: Fauna von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher); Botanik: Schmeil-Fitschen: Flora von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher); Rothmaler: Exkursionsflora (Springer); Oberdorfer: Pfl.-soziol. Exkursionsflora (Ulmer)

1	**Modulbezeichnung** 62940	**Zoologie** Zoology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ökologie und Diversität A: Vorlesung Einführung in die Ökologie, Zoologie und Botanik (2 SWS) Übung: Ökologie und Diversität A: Zoologische und botanische Bestimmungsübungen (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jürgen Schmidl PD Dr. Ruth Stadler Dr. Ulrike Daigl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Schmidl
5	**Inhalt**	*Vorlesung*: Grundkenntnisse zu folgenden Teilgebieten der Ökologie, Zoologie und Botanik: • Morphologie (Systematik des Tier- und Pflanzenreiches, Kennenlernen ausgewählter Baupläne und Taxa) • Evolution (Grundlagen, Mechanismen und ökologische Aspekte der Evolution) • Phylogenie (Methoden der Systematik und Taxonomie, Artkonzepte, Stammbäume) • Ökologie (Grundlagen, Großlebensräume/Ökosysteme der Erde, Einnischung von Tier-/Pflanzenarten, Aut-, Dem- und Synökologie, Makroökologie, Muster und Prozesse, Diversität) • Biogeographie (Konzepte und geologisch-historische Grundlagen der globalen Verbreitung der Tier- und Pflanzengruppen) *Übungen*: • Einführung in die Arbeit mit dem Stereomikroskop. • Morphologie, Systematik und Diversität wichtiger heimischer Tier- und Pflanzengruppen und ihrer typischen Vertreter • Übungen zum Bestimmen heimischer Arten mittels Bestimmungsschlüssel und elektronischer Medien • Biologie und Ökologie der bestimmten Arten und Gruppen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können wichtige Tier und Pflanzengruppen unterscheiden und typische Vertreter erkennen; • verstehen die Diversität im Tier- und Pflanzenreich; • können die Grundlagen der Morphologie, Evolution, Phylogenie, Ökologie und Biogeographie darstellen und erklären; • sind befähigt zum Erkennen und Lösen von relevanten Problemen aus systematisch-ökologischen Teilgebieten der Zoologie und Botanik; • sind in der Lage, mit Bestimmungsschlüsseln und einschlägigen Medien umzugehen; • sind fähig, die Vorlesungsinhalte in Übungen praktisch umzusetzen;

		• haben den fachgerechten Umgang mit dem Stereomikroskop vermittelt bekommen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Nur Empfehlung: • Brohmer: Fauna von Deutschland (Quelle und Meyer Bestimmungsbücher); • Schmeil-Fitschen: Die Flora Deutschlands • Wehner/Gehring: Zoologie (Thieme); • Strasburger: Lehrbuch der Pflanzenwissenschaften (Springer)

Nebenfach Chemie

1	**Modulbezeichnung** 62963	**Allgemeine Organische Chemie** General organic chemistry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Hirsch
5	**Inhalt**	Grundlegende Konzepte und Stoffklassen der Organischen Chemie, chemische Terminologie, chemische Eigenschaften: • Alkane, Alkene, Alkine • Delokalisierte pi-Systeme • Stereoisomerie • Alkohole • Ether • Aldehyde und Ketone • Carbonsäuren und Derivate • Amine und Aminosäuren • Heterocylcen • Dicarbonylverbindungen • Biopolymere und Bioaggregate - Grundbausteine des Lebens und der Biochemie • Biochemische Grundprozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die elementaren Stoffklassen organischer Moleküle und können deren physikalische und chemische Eigenschaften verstehen und einschätzen • kennen die Eigenschaften von funktionellen Gruppen in organischen Molekülen • beherrschen die chemische Terminologie und einfache Syntheseprinzipien.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	K.P.C Vollhardt, N.E. Schore: Organische Chemie (WileyVCH)

1	**Modulbezeichnung** 62060	**Allgemeine und Anorganische Chemie** Lecture general and inorganic chemistry	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Anorganisch-chemisches Praktikum für Nebenfachstudierende (7 SWS) Vorlesung: Allgemeine und Anorganische Chemie (mit Experimenten) (4 SWS, WiSe 2023)	- -
3	Lehrende	Dr. Jörg Sutter Prof. Dr. Sjoerd Harder Dr. Jens Langer Prof. Dr. Karsten Meyer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sjoerd Harder
5	**Inhalt**	*Grundzüge der Allgemeinen und Anorganischen Chemie:* Atommodelle, Aufbau des Periodensystems, chemische Bindungsarten, grundlegende anorganische Verbindungsklassen, Gasgesetze, Stöchiometrie, chemisches Rechnen, Zustandsdiagramme, chemische Thermodynamik und Kinetik, Theorie des Übergangszustandes, Katalyse, chemisches Gleichgewicht, Redox-Reaktionen, Säure/Base-Reaktionen, Elektrolyse/Galvanisches Element, Chemie der Elemente (Hauptgruppenelemente), Grundlagen der Koordinationschemie *Spektroskopische Methoden* für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen *Kurspraktikum:* Umgang mit anorganischen Säuren und Basen, Salzen und Komplexverbindungen, Grundzüge der qualitativen chemischen Analytik durch einfache Versuche mit Basisverbindungen der anorganischen Chemie, nasschemische Nachweise für Metall-Kationen und Anionen Einführung in sicheres Arbeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Laboratorien; Umgang mit chemischen Abfällen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern die Grundlagen der allgemeinen und anorganischen Chemie • wenden spektroskopische Methoden für kinetische, mechanistische und strukturelle Untersuchungen an • setzen die Vorlesungsinhalte im Kurspraktikum um und führen die im Praktikumsplan vorgesehenen Versuche selbständig durch • kennen den Umgang mit Gefahrstoffen und Abfällen in chemischen Laboratorien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten) Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C.E. Mortimer, |Chemie das Basiswissen der Chemie|, Georg Thieme Verlag • E. Riedel, |Anorganische Chemie|, de Gruyter • C. E. Housecroft, A.G. Sharpe, |Anorganische Chemie|, Pearson • E. Dane, F. Wille, H. Laatsch: Kleines Chemisches Praktikum, 10. Auflage, Wiley-VCH, Weinheim 2004

1	**Modulbezeichnung** 62042	**Anorganische Chemie - Chemie der Metalle** Inorganic chemistry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Chemie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Englische Linguistik

1	**Modulbezeichnung** 76930	**Hauptmodul A Linguistics** Main module A: Linguistics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übungsseminar: Independent Study Group Linguistics (2 SWS) Hauptseminar: Bilingual Lexicography (2 SWS) Hauptseminar: Language and Rhetoric in Selected Elizabethan Writers (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Ashley Blake Dr. Michael Klotz Michael Pincombe	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Klotz
5	**Inhalt**	In den vorangegangenen Modulen haben die Studierenden bereits umfassende Kenntnisse über theoretische Ansätze in der Linguistik und in der linguistischen Methodik erworben. Dieses Modul vermittelt grundlegende Konzepte und spezifischere Ansätze der Bereiche *Angewandte Linguistik*, *Deskriptive Linguistik* oder *Historische Sprachwissenschaft*. Auf diese Weise erhalten die Studierenden das nötige Fachwissen, um ungelöste Fragen und Problemfälle zu diskutieren und sich in Arbeitsgruppen (*Independent Study Group*) mit Projekten des jeweiligen Bereiches zu beschäftigen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende • wenden ihre Kenntnisse unterschiedlicher Ansätze im gewählten Bereich vertiefet an und • bauen folgende Fähigkeiten und Fertigkeiten weiter aus: a) Beschreibung linguistischer Phänomene b) Anwendung linguistischer Analyse, auch innerhalb der kontrastiven Linguistik c) Erkennen und Beschreiben von Diskrepanzen zwischen linguistischer Theorie und natürlichem Sprachgebrauch d) Analyse der Eigenschaften und Ansprüche des Zielpublikums für angewandte linguistische Produkte. Studierende beobachten dadurch sprachliche Phänomene und linguistische Ansätze in einem größeren Zusammenhang und vernetzen diese miteinander. Der angewandte Teil dieses Moduls fördert die Kompetenz der Studierenden zur selbstständigen Projektarbeit: Im diskursiven Austausch mit anderen Seminarteilnehmenden vertreten Studierenden wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ und reflektieren diese kritisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringende Empfehlung: Erfolgreicher Abschluss der Zwischenmodule I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Englische Linguistik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 255 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 77170	**Optionsmodul L-GYM Linguistics** Optional module (Teaching secondary education/ Gymnasium): Linguistics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Oberseminar: Critical reading: Ambridge & Lieven (2011) Child Language Acquistion (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Michael Klotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Brigitta Mittmann
5	**Inhalt**	Die Inhalte des Optionsmoduls L-GYM *Linguistics* beziehen sich vor allem auf Fachrichtungen, die für die Studierenden examensrelevant sind. Dies betrifft beispielsweise die folgenden Themenbereiche: • Orthografie, Phonetik, Phonologie • Morphologie • Syntax • Lexikologie (synchron und diachron) • Lexikografie (synchron und diachron) • Pragmatik • Textlinguistik • Sprachvariation, regionale und soziale Varietäten • Englische Sprache, Kultur und Kommunikation • Altenglisch • Mittelenglisch • Frühneuenglisch
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Im Optionsmodul L-GYM *Linguistics* spezialisieren sich die Studierenden weiter und vertiefen ihren Wissensstand in den diversen linguistischen Teilbereichen. Sie analysieren bestimmte linguistische Phänomene und setzen sich vor allem auch mit der fachlichen Diskussion zu ausgewählten Problembereichen und mit weiterführender Fachliteratur auseinander. Auf diese Weise dient das Modul der weiteren Vorbereitung auf das Staatsexamen Linguistik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Zwischenmodul L-GYM *Linguistics*
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Englische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten) Klausur (45 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Veranstaltungsspezifisch – wird zu Beginn des Semesters bekannt gegeben.

Nebenfach Geowissenschaften

1	**Modulbezeichnung** 64935	**Rohstoffe und Nachhaltigkeit** Raw materials and sustainability	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karsten Haase
5	**Inhalt**	In unserer auf Technologie basierenden Gesellschaft ist die nachhaltige Nutzung von Ressourcen der Erde ein brisantes Thema und wird es voraussichtlich auch auf längere Sicht bleiben, da die Wirtschaft der Bundesrepublik Deutschland vom Import vieler Rohstoffe abhängig ist. So erfordert z.B. der Umbau zu einer Kohlenstoffarmen Energieerzeugung mit dem Ausbau von Stromversorgung und Elektromobilität gewaltige Mengen von Metallen wie Kupfer oder Kobalt. In unserem im Sinne einer Bildung für nachhaltigen Entwicklung konzipierten Seminar Rohstoffe und Nachhaltigkeit werden die Herausforderung der Gewinnung, Nutzung und Aufbereitung von Ressourcen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit vermittelt und gemeinsam diskutiert. Fokus sind neben den Prozessen der unterschiedlichen Lagerstättenbildungen und dem Einfluss ihrer Nutzung auf die Umwelt und den Menschen die gesellschaftspolitischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Fragestellungen und Herausforderungen die dieses Thema aufwirft. Zu den Themen halten Expert*innen aus den Geowissenschaften, der Chemie, Materialwissenschaft, der Politik und der Wirtschaft Vorträge, die dann in einem blended Learning Format diskutiert und besprochen werden. Dieses interdisziplinäre Seminar hat damit auch das Ziel, gemeinsam Lösungswege hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft auszuloten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Bildung, Nutzung und Aufbereitung von Lagerstätten unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit beschreiben, erklären und diskutieren • moderene Möglichkeiten des Recyclings von Rohstoffen erklären und diskutieren • wirtschaftliche und politische Zusammenhänge und Abhängigkeiten in Dtl. von Rohstoffen erklären • Nachhaltige Aspekte im Bezug auf Rohstoffe (kritische Metalle und Wasser) diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine; Link zum StudOn Kurs: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_4314344
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 21 h Eigenstudium: 129 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
17	**Literaturhinweise**	Reader wird vom Lehrstuhl nach Anmeldung bereitgestellt

1	**Modulbezeichnung** 64980	**Z-Edu-Geo 1 - Das System Erde** Z-Edu-Geo 1 - Earth as a system	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Kompetenzseminar zum Klimawandel (insbesondere für Lehramtsstudierende und Nebenfachstudierende) (2 SWS) Seminar: [Z-Edu-Geo1] + [Nebenfach] + [Modulstudien Naturale] Das System Erde (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Katrin Schwarzfischer Julia Gebert Laura Heinl Dr. Anette Regelous	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Anette Regelous
5	**Inhalt**	Die Inhalte des Seminars sind: • Entstehung der Elemente • Entstehung des Sonnensystems • Aufbau und Entwicklung des Systems Erde • Grundlagen des Vulkanismus und der Plattentektonik • Einführung in die Seismik • Entstehung und Entwicklung der kontinentalen und ozeanischen Kruste • Übersicht über die Entwicklung des Lebens und der Atmosphäre • Grundlagen über die wichtigsten Minerale und Gesteine • Einführung in die Bildung von Rohstoffen • Entstehung der Atmosphäre • Entwicklung des Klimas durch die Erdgeschichte
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Entstehung der Elemente erläutern • fachwissenschaftliche Grundlagen und die Zusammenhänge des System Erde erklären • die Entstehung und Entwicklung der ozeanischen und kontinentalen Kruste wiedergeben • Grundlagen der Forschungsmethodik wie z.B. Seismik erklären • die Entwicklung des Lebens und der Atmosphäre erläutern • Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels wiedergeben
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation (60 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 64985	**Z-Edu-Geo 2 - Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld** Z-Edu-Geo 2 - Humans in the geoscientific environment	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: [Z - Edu - Geo 2] + [Mathe + Informatik] + [SQ] Der Mensch im geol. Umfeld (2 SWS) Übung: Archäometrie [Z-Edu-Geo 2] + [SQ] + [Werkstoffwiss] (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Matthias Göbbels Andreas Murgan	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Matthias Göbbels
5	**Inhalt**	Die Inhalte des Seminars Der Mensch im geowissenschaftlichen Umfeld" sind fachliche Grundlagen über die Mensch-Umwelt-Beziehungen im geologischen Kontext, wie z.B. • Grundlagen im geologischen Kontext zu Mensch-Umwelt-Beziehung • Geothermie • Hydrogeologie • Rohstoffe • Glas & Keramik Die Inhalte der Übung sind praktische Anwendungen und Anschauungsmaterial begleitend zum Seminar. In der Veranstaltung Archäometrie werden Materialien und Techniken vom Altertum bis zur Neuzeit im technisch-gesellschaftlichen Kontext vorgestellt und bewertet. Dabei sind z.B. Kupfer, Bronze, Eisen und Edelmetalle wichtige Themen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • Grundlagen der Mensch-Umwelt-Beziehung erläutern und anwenden • Beispiele für technische Anwendung in der Geologie anführen und beschreiben • Geologische Herausforderungen der Gesellschaft diskutieren und bewerten • Materialien und Techniken im historisch-gesellschaftlichen Kontext in der Entwicklung nachvollziehen und verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Werden von den Dozenten in den jeweiligen Veranstaltungen vorgestellt.

Nebenfach Germanistische Linguistik

1	**Modulbezeichnung** 35472	**Grammatik und Lexikon: Theorie und Anwendung, aus Muttersprachen- und DaF-Perspektive** Grammar and lexicon: Theory and practice (from the perspective of native speakers and German as a foreign language)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Masterseminar Linguistik Grammatik und Lexikon** **Übung Linguistik Grammatik und Lexikon**	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Stefan Schierholz
5	**Inhalt**	- ausgewählte Themen verschiedener Grammatiktheorien zum Deutschen (aber auch mit kontrastiver Perspektive auf andere Sprachen) aus den Bereichen Morphosyntax, Syntax, Satzsemantik, Textgrammatik - Fragen zur Grammatikographie, z.B. vergleichende Analyse von Grammatikhandbüchern oder Sprachlehrwerken - kritische Analyse bestehender grammatischer Regeln, z.B. durch corpusbasierte Grammatikforschung Das Hauptseminar (HS) behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus dem Bereich der angewandten Grammatikforschung, wobei ein Schwerpunkt in der deutschen Gegenwartssprache liegt, Sprachvergleiche aber möglich sein sollen. Die Übung kann als Lektürekurs oder zu Zwecken der Corpusrecherchen gestaltet werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Allgemein 1. Fachwissenschaftliche Texte zur Thematik vertieft analysieren, linguistische Methoden einsetzen, fachliche Probleme formulieren und in Diskussionen lösen. 2. Die kritische Reflexion über Sprache und die Arbeit an Sprache eigenständig verbessern. 3. Die Kommunikationsfähigkeit verbessern, indem die Ergebnisse der fachlichen Analysen den übrigen Seminarteilnehmern verständlich präsentiert werden. 4. Die fachliche Kommunikation in der Lerngruppe ausbauen. 5. Die Leitung einer Seminardiskussion üben. 6. Die Anfertigung einer schriftlichen Arbeit der Textsorte wissenschaftliche Hausarbeit üben. Spezifisch 1. Überfachliches Wissen erwerben, indem die Anwendungsmöglichkeiten auch für angrenzende Fächer eingestuft werden können 2. Vertiefte Kenntnisse in Methoden der Grammatikanalyse erwerben

		3. Vorgestellte Theorien und Methoden kritisch vergleichen und reflektieren 4. Aktuelle Fragestellungen der Grammatikforschung und Grammatikographie kompetent und sachkundig diskutieren 5. Einzelfragen zur Grammatik im Detail analysieren, so dass ein vertiefter Einblick in grammatische Strukturen erlangt wird 6. Eigenständige Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Fragestellungen zu ausgewählten Bereichen der Grammatik Diese Fähigkeiten und Kompetenzen werden im Seminar und in der Übung in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars bzw. der Übung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 258 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 77301	**Grundlagen der Germanistischen Linguistik 1 (Ling BM 1)** Foundations of German linguistics I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Ling BM-1** - Vorlesung: Sichere Systeme (2 SWS, WiSe 2023) Einführungskurs: Kurs 2 (Fr-Rädle) (4 SWS) Tutorium: Ling BM-1: Tutorium (ER-Abbass) (1 SWS) Einführungskurs: Kurs 3 (Di-NM-Durst) (3 SWS) Tutorium: Ling BM-1: Tutorium (Nürnberg - Korbinian Schwarz) (1 SWS)	 2,5 ECTS 5 ECTS - 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Dr. Karin Rädle Uwe Durst Christine-Maria Coca Wiebke Blanck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christian Merkl Dr. Karin Rädle Prof. Dr. Johannes Rincke Prof. Dr. Regina Therese Riphahn
5	**Inhalt**	• Vermittlung von Grundlagen zu zentralen Teilbereichen der Sprachwissenschaft • Einführung in die grundlegende Fachterminologie der germanistischen Linguistik • Darstellung der zentralen Hilfsmittel und Arbeitsmethoden • Einführung in problemorientierte Fragestellungen • Einführung in Grundlagen der Sprachanalyse Das Einführungsseminar Grundlagen der Sprachwissenschaft • bietet einen Überblick über die linguistischen Teilgebiete Zeichentheorie, Phonetik/Phonologie, Graphematik/ Orthographie, Morphologie, Wortbildung, Syntax, Semantik und Pragmatik, • führt in die zentralen sprachwissenschaftlichen Methoden ein, • vermittelt einen Überblick über Forschungsbereiche, die auf Aspekte der Sprachverwendung bezogen sind Es bleibt vorbehalten, dass Teile des Einführungsseminars im Plenum abgehalten werden. Das Tutorium dient der Vertiefung und Übung der im Modul gebotenen Kenntnisse und Methoden. Hinweis: Für das Erreichen der Modulziele – insbesondere für das Einüben und Verfestigen von Analysefähigkeiten, die interaktive Wissensvermittlung und die praxisorientierte Förderung spezifischer germanistischer Kompetenzen – ist eine aktive Mitarbeit der Studierenden unerlässlich.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben grundlegende Kenntnisse in den wesentlichen Methoden und Arbeitsmitteln, • können die vorgestellten Theorien und Methoden kritisch reflektieren, • lernen, die Sprache auf verschiedenen sprachstrukturellen Ebenen zu unterscheiden, und • sind in der Lage, sprachliche Ebenen in Ansätzen zu analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	a) für den Studiengang BA Germanistik: keine b) für das Lehramt (vertieft/nicht vertieft studiert): keine c) für weitere Studiengänge: keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 80 h Eigenstudium: 70 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 35501	**Historische Linguistik und Sprachwandel** Compulsory elective module: Historical linguistics - language change	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Masterseminar Linguistik Historische Linguistik** **Übung Linguistik Historische Linguistik**	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mechthild Habermann
5	**Inhalt**	• intensive Auseinandersetzung mit Gegenständen der historischen Grammatik • vertiefter Einblick in Ursachen und Folgen von Sprachwandelprozessen • Kenntnis von Entstehung und Wandel historischer Texte aus dem Bereich der Gebrauchsprosa • Kenntnis historischer Grammatikographie und Lexikographie • Geschichte der Sprachreflexion • Sprachgeschichte als Kulturgeschichte Zu den Themen des HS gehören u.a. • historische Textanalyse • historische Grammatik • Sprachwandeltheorien • Sprachbewusstseinsgeschichte • historische Grammatikographie und Lexikographie Die Übung bietet Gelegenheit zur Lektüre und Analyse sprachhistorischer Texte mit ihrer jeweiligen sprachhistorischen Verortung aus unterschiedlichen Zeiträumen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlangen die Fähigkeit zur eingehenden Analyse historischer Texte • erkennen Ursachen und Folgen von Sprachwandelprozessen • gewinnen Einblick in die Genese und weitere Entwicklung unterschiedlicher Texttypen • erkennen die Eigengesetzlichkeit von Sprache zwischen Natur und Kultur und • erhalten Einblick in die Standardisierungsprozesse des Deutschen. Diese Fähigkeiten und Kompetenzen werden im Seminar und in der Übung in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars bzw. der Übung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 35571	**Lexikographie und Lexikologie** Compulsory elective module: Lexicography and lexicology	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Masterseminar Linguistik Lexikographie** - Hauptseminar: M-LingLex - HS: Online-Wörterbücher des Deutschen (Schierholz) (2 SWS, WiSe 2023) **Übung Linguistik Lexikographie** - Übung: M-LingLex: UE zum HS: Online-Wörterbücher des Deutschen (1 SWS, WiSe 2023)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Stefan Schierholz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Stefan Schierholz
5	**Inhalt**	- ausgewählte Themen der Lexikographie des Deutschen, des Englischen (wahlweise auch anderer Sprachen), z.B. Wörterbuchproduktion, Spezialwörterbücher, elektronische Wörterbücher, Corpusarbeit, Fachwörterbücher, Wörterbuchstrukturen - ausgewählte Themen der Lexikologie des Deutschen, des Englischen (wahlweise auch anderer Sprachen), z.B. Wortschatzstrukturierungen, lexikalische Semantik, Valenz, Quantitative Ansätze, Corpusauswertungen, Neologismen, Terminologien Das Hauptseminar (HS) behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen der Lexikographie und/oder Lexikologie. Die Übung kann als Lektürekurs, mit umfassenden empirischen Wörterbuchanalysen oder mit Corpusrecherchen gestaltet werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Allgemein 1. Fachwissenschaftliche Texte analysieren sowie fachliche Probleme formulieren und in Diskussionen lösen können. 2. Die kritische Reflexion über Sprache und die Arbeit an Sprache verbessern. 3. Kommunikationsfähigkeit verbessern, indem die Ergebnisse der fachlichen Analysen den übrigen Seminarteilnehmern verständlich präsentiert werden. 4. Die Leitung einer Seminardiskussion üben. Fachspezifisch 1. Wissensverbreiterung und eine Wissensvertiefung im Bereich der Lexikographie und Lexikologie 2. Überfachliches Wissen erwerben, indem die Anwendungsmöglichkeiten auch für angrenzende Fächer eingestuft werden können 3. Erweiterte Kenntnisse in den wesentlichen Methoden und Arbeitsmitteln erwerben

		4. Die vorgestellten Theorien und Methoden kritisch reflektieren 5. Aktuelle Fragestellungen der Lexikographie und Lexikologie kompetent und sachkundig diskutieren können 6. Wörterbücher im Detail analysieren, so dass ein tieferer Einblick in die Strukturiertheit von verschiedenen Wörterbuchtypen erlangt wird 7. Eigenständige Auseinandersetzung mit wissenschaftlichen Fragestellungen aus dem Bereich der Lexikographie und Lexikologie. Diese Fähigkeiten und Kompetenzen werden im Seminar und in der Übung in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars bzw. der Übung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 258 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 35411	**Sprachnorm und Variation (Germanistik)** Compulsory elective module: Linguistic norms and variation (German language)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Masterseminar Linguistik Sprachnorm** - Hauptseminar: M-LingN - HS: Sprachnorm und Variation (2 SWS, WiSe 2023) **Übung Linguistik Sprachnorm** - Übung: M-LingN - UE zum HS: Sprachnorm und Variation (SWS, WiSe 2023)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Eva Breindl-Hiller Judith Willberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eva Breindl-Hiller
5	**Inhalt**	• Beschäftigung mit Fragen der Normierung des Deutschen auf den verschiedenen Sprachebenen • Auseinandersetzung mit der gleichzeitig vorhandenen Sprachvariation • Diskussion sprachlicher Zweifelsfälle • Sprachkritik und Sprachnormenkritik • Bewertung fremdsprachlicher Einflüsse auf das Deutsche • Standardisierungsprozesse, deskriptive und präskriptive Grammatikographie • institutionelle Formen der Sprachpflege im Deutschen Die Übung dient der Besprechung gemeinsamer Lektüre und der Vermittlung und Übung der empirischen Arbeit mit Sprachkorpora des Deutschen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden werden in die Lage versetzt • zu wissen, auf welcher Grundlage sich die Vielfalt sprachlicher Formen ausbildet, • zu begreifen, wie sich sprachliche Normen konstituieren, • sprachkritische Diskurse zu kennen und kritisch zu bewerten, • zu reflektieren, wie sich deskriptive und präskriptive Ansätze zueinander verhalten und • ein Bewusstsein für die Veränderbarkeit sprachlicher Normen zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	a) für den Studiengang MA Linguistik: keine b) für weitere Studiengänge: keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit

11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 35492	**Sprachvariation - Sprachkontakt - Kontrastive Linguistik** Language variation - language contact - contrastive linguistics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Masterseminar Linguistik Sprachvariation Sprachkontakt** - Hauptseminar: M-LingVar - HS: Dialekt ins Museum? (König) (2 SWS, WiSe 2023) **Übung Linguistik Sprachvariation Sprachkontakt** - Übung: M-LingVar - UE zum HS Sprachvariation und Sprachkontakt (Dialekt ins Museum?) (2 SWS, WiSe 2023)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Almut König Judith Willberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mechthild Habermann
5	**Inhalt**	• Dimensionen sprachlicher Variation (sozial, geographisch, situationsbezogen und historisch) • Theorien und Methoden zur Erforschung von Sprach- und Dialektkontakt • Beschreibung und Abgrenzung von sprachlichen Varietäten entlang dieser Dimensionen • Aufbau, Struktur und Anwendung variationslinguistischer Korpora • Erhebung empirischer Daten zur sprachlichen Variation (Beobachtung, Befragung, experimentelle Erhebung) • Repräsentation variationslinguistischer Daten • qualitative und quantitative Methoden der Datenanalyse Im Hauptseminar (HS) wird anhand eines spezifischen Themas die Untersuchung variationslinguistischer Daten zu Sprachwandel, Dialektologie, Soziolinguistik, Pragmatik sowie zu Sprachkontaktphänomen behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen, Sprachen als Varietätengefüge zu begreifen • erhalten Einblick in Forschungsarbeiten zur sprachlichen Variation und einen Forschungsüberblick zu spezifischen variationslinguistischen Fragestellungen • erwerben Einblicke in den Ablauf von Sprach- und Dialektkontakten sowie zu ihren Folgen im sprachlichen System • vertiefen ihre Kenntnisse zur Erhebung, Präsentation und Analyse variationslinguistischer Daten • üben den Umgang mit sprachlichen Korpora und variationslinguistischen Datenbanken und • erwerben Kompetenzen zur Beschreibung sprachlicher Variation und ihrer linguistischen und extralinguistischen Grundlagen.

		Diese Fähigkeiten und Kompetenzen werden im Seminar und in der Übung in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars bzw. der Übung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 77432	**Vertiefungsmodul Gegenwartssprache/DAF (Ling VM 2)** Specialisation module: Contemporary German/German as a foreign language	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kolleg: Kolleg: Grundlagen des Erwerbs und der Vermittlung des Deutschen als Fremd- und Zweitsprache (ER) (2 SWS) Hauptseminar: Ling-HS: Methoden in der Linguistik und in der Lexikographie (Schierholz) (2 SWS) Hauptseminar: Ling-HS: Die Wortstellung des Deutschen (Paranhos-Zitterbart) (2 SWS) Kolleg: Kolleg: Grundlagen des Erwerbs und der Vermittlung des Deutschen als Fremd- und Zweitsprache (Nürnberg) (2 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Fähigkeiten und Kompetenzen werden in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars. Da sich Hauptseminar oder Kolleg als Spezialveranstaltung verstehen, sind die Inhalte untrennbar an die Person des Lehrenden gebunden; es ist daher nicht möglich, den Besuch der Lehrveranstaltung durch Selbststudium zu kompensieren.	- - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Eva Breindl-Hiller Prof. Dr. Stefan Schierholz Dr. Christine Ganslmayer Dr. Jussara Paranhos Zitterbart Dr. Karin Rädle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eva Breindl-Hiller Prof. Dr. Mechthild Habermann Prof. Dr. Peter Otto Müller
5	**Inhalt**	• Vermittlung von vertieften Kenntnissen zu spezielleren, ausgewählten Themen aus den Bereichen der Grammatik des Deutschen (Phonologie, Graphematik, Morphologie, Syntax, Textlinguistik) oder zu Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartsprache oder zu Deutsch als Fremdsprache • Analyse und Beschreibung themenbezogener zentraler sprachlicher Erscheinungen • Diskussion themenbezogener theoretischer Konzepte Das Hauptseminar (HS) behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Grammatik / Textlinguistik des Deutschen, Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache.

		Das Kolleg behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Grammatik / Textlinguistik des Deutschen, Semantik und Lexikon der deutschen Gegenwartssprache oder Deutsch als Fremdsprache. Hinweis: Für das Erreichen der Modulziele – insbesondere für das Einüben und Verfestigen von Analysefähigkeiten, die interaktive Wissensvermittlung und die praxisorientierte Förderung spezifischer germanistischer Kompetenzen – ist eine aktive Mitarbeit der Studierenden unerlässlich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlangen einen tieferen Einblick in die Strukturiertheit exemplarischer Teilbereiche der deutschen Grammatik/ Textlinguistik oder des deutschen Wortschatzes in seiner gegenwartssprachlichen Dimension oder in den Bereich Deutsch als Fremdsprache, • gewinnen Vertrautheit in der Anwendung linguistischer Methoden und • erwerben eine vertiefte Analysekompetenz durch eigenständige Auseinandersetzung mit themenbezogenen wissenschaftlichen Fragestellungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	a) für den Studiengang BA Germanistik: Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule [Ling BM 1, Ling BM 2, Ling AM] b) für das Lehramt (vertieft/nicht vertieft studiert): Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule [Ling BM 1, Ling BM 2, Ling AM] c) für weitere Studiengänge: Empfehlung: Basismodule [Ling BM 1, Ling BM 2]
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Altmayer, Claus/Biebighäuser, Katrin/Haberzettl, Stephanie/Heine, Antje (Hg.)(2021): Handbuch Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. Kontexte - Themen - Methoden. Stuttgart: Metzler.

Literatur zur Vorbereitung:

Albert, Ruth/ Marx, Nicole (2016): Empirisches Arbeiten in Linguistik und Sprachlehrforschung. Anleitung zu quantitativen Studien von der Planungsphase bis zum Forschungsbericht. 3., überarb. und aktual. Aufl. Tübingen.

Engelberg, Stefan/ Lemnitzer, Lothar (2009): Lexikographie und Wörterbuchbenutzung. 4., überarb. und erw. Aufl. Tübingen.

Mann, Michael/ Schierholz, Stefan J. (2014): Methoden in der Lexikographie und Wörterbuchforschung. Ein Überblick mit einer Auswahlbibliographie. In: Lexicographica 30: 3-57.

Hennig, Mathilde (Hg.): Linguistische Komplexität – ein Phantom? Tübingen: Stauffenburg. S. 1-18.)
Settinieri, Julia/Demirkaya, Sevilen/Feldmeier, Alexis/Gültekin - Karakoç, Nazan/Riemer, Claudia (Hg.) (2014): Empirische Forschungsmethoden für Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. Paderborn: Schöningh.

Duden (2021). Sprachliche Zweifelsfälle. Das Wörterbuch für richtiges und gutes Deutsch. 9., überarbeitete u. erweiterte Auflage. Herausgegeben von Mathilde Hennig. Berlin: Dudenverlag (= Duden Bd. 9).

Klein, Wolf Peter (2018): Sprachliche Zweifelsfälle im Deutschen. Theorie, Praxis, Geschichte. Berlin/ Boston: de Gruyter (de Gruyter Studium).
Einführende Lektüre:

		Duden (2016): Die Grammatik. Unentbehrlich für richtiges Deutsch. 9., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage. (= Duden. Bd. 4). Herausgegeben von der Dudenredaktion. Mannheim [etc.]. Duden (2022): Die Grammatik: Struktur und Verwendung der deutschen Sprache. Sätze - Wortgruppen – Wörter. 10., völlig neu verfasste Auflage. (= Duden. Bd. 4). Herausgegeben von der Dudenredaktion. Mannheim [etc.]. Altmayer, Claus/Biebighäuser, Katrin/Haberzettl, Stephanie/Heine, Antje (Hg.)(2021): Handbuch Deutsch als Fremd- und Zweitsprache. Kontexte - Themen - Methoden. Stuttgart: Metzler.

1	**Modulbezeichnung** 77402	**Vertiefungsmodul Sprachwandel und Variation (Ling VM 1)** Specialisation module: Language change and variation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten. Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Fähigkeiten und Kompetenzen werden in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil des Seminars. Da sich Hauptseminar oder Kolleg als Spezialveranstaltung verstehen, sind die Inhalte untrennbar an die Person des Lehrenden gebunden; es ist daher nicht möglich, den Besuch der Lehrveranstaltung durch Selbststudium zu kompensieren.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mechthild Habermann
5	**Inhalt**	• Darstellung von Sprache in ihrer sozialen, räumlichen, situationsbezogenen und historischen Dimension • Analyse und Beschreibung von sprachlichen Varietäten älterer Sprachstufen des Deutschen, von regionalen Varietäten, von Fach-, Sonder- und Gruppensprachen oder von Formen sprachlichen Handelns (Pragmatik, Gesprächslinguistik) im Allgemeinen • Analyse und Beschreibung zentraler Sprachwandelerscheinungen des Deutschen Das Hauptseminar behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Historische Linguistik, Sprachwandel, Variations-, Sozio- und Pragmalinguistik. Das Kolleg behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema aus den Bereichen Historische Linguistik, Sprachwandel, Variations-, Sozio- und Pragmalinguistik. Hinweis: Für das Erreichen der Modulziele – insbesondere für das Einüben und Verfestigen von Analysefähigkeiten, die interaktive Wissensvermittlung und die praxisorientierte Förderung spezifischer germanistischer Kompetenzen – ist eine aktive Mitarbeit der Studierenden unerlässlich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten Einblick in die Vielfalt sprachlicher Variationen und Sprachkontakte unterschiedlicher Provenienz im soziokulturellen Kontext in Geschichte und Gegenwart sowie in zentrale Bereiche des Sprachwandels, • entwickeln ein Verständnis für Sprachen als historisch gewordene, identitätsstiftende Einheiten,

		• erwerben Beschreibungs- und Erklärungskompetenzen für die Erfassung sprachlicher Varianten und ihrer soziokulturellen Bedingtheiten in Geschichte und Gegenwart • erwerben grundlegende methodische Kompetenzen im Umgang mit Sprachkorpora.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	a) für den Studiengang BA Germanistik: Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule [Ling BM 1, Ling BM 2, Ling AM] b) für das Lehramt (vertieft/nicht vertieft studiert): Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule [Ling BM 1, Ling BM 2, Ling AM] c) für weitere Studiengänge: Empfehlung: Basismodule [Ling BM 1, Ling BM 2]
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Mathematik

1	**Modulbezeichnung** 65311	**Algebra**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Algebra (2 SWS) Vorlesung: Algebra (4 SWS) Übung: Übungen zur Algebra (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Friedrich Knop
5	**Inhalt**	• Gruppentheorie: Untergruppen, Quotienten, Operationen von Gruppen, endlich erzeugte abelsche Gruppen • Ringtheorie: Ideale, Quotienten, Polynomringe, maximale Ideale, • Irreduzibilität • Elementare Zahlentheorie: Restklassenringe, Eulersche phi-Funktion, Chinesischer Restsatz, quadratisches Reziprozitätsgesetz Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären algebraische Strukturen anhand von Gruppen, Ringen und Körpern und verwenden diese; • behandeln auch komplexe Symmetrien mittels Gruppentheorie selbständig; • lösen geometrische und zahlentheoretische Probleme mittels Ringtheorie und Zahlentheorie; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Module Lineare Algebra I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• M. Artin: Algebra • Fischer: Algebra • N. Jacobson: Basic Algebra I, II + Skript • S. Lang: Algebra

1	**Modulbezeichnung** 65601	**Angewandte Mathematik** Applied mathematics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Leistungsschein
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Leistungsschein (0%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 65917	**Discrete optimization I**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Discrete Optimization I (2 SWS) Übung: Tutorial zu Discrete Optimization I (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann Florian Rösel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	Theoretical and practical fundamentals of solving difficult mixed-integer linear optimization problems (MIPs) constitute the main focus of this lecture. At first, the concept of NP-completeness and a selection of common NP-complete problems will be presented. As for polyhedral theory, fundamentals concerning the structure of faces of convex polyhedra will be covered. Building upon these fundamentals, cutting plane algorithms as well as branch-and-cut algorithms for solving MIPs will be taught. Finally, some typical problems of discrete optimization, e.g., the knapsack problem, the traveling salesman problem or the set packing problem will be discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • will gain basic theoretical knowledge of solving mixed-integer linear optimization problems (MIPs), • are able to solve MIPs with the help of state-of-the-art optimization software.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Linear and Combinatorial Optimization
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 65933	**Discrete optimization II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Timm Oertel
5	**Inhalt**	In this lecture, we cover theoretical aspects and solution strategies for difficult integer and mixed-integer optimization problems. First, we show the equivalence between separation and optimization. Then, we present solution strategies for large-scale optimization problems, e.g., decomposition methods and approximation algorithms. Finally, we deal with conditions for the existence of integer polyhedra. We also discuss applications for example from the fields of engineering, finance, energy or public transport.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • use basic terms of discrete optimization • model real-world discrete optimization problems, determine their complexity and solve them with appropriate mathematical methods.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Knowledge in linear and combinatorial optimization, discrete optimization I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes • Bertsimas, Weismantel: Optimization over Integers, Dynamic Ideas, 2005 • Conforti, Cornuéjols, Zambelli: Integer Programming, Springer 2014 • Nemhauser, Wolsey: Integer and Combinatorial Optimization, Wiley 1994 • Schrijver: Combinatorial optimization Vol. A-C, Springer 2003

		• Schrijver: Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986 • Wolsey: Integer Programming, Wiley, 2021

1	**Modulbezeichnung** 65210	**Einführung in die Numerik** Introduction to numerics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Numerik (= Numerische Mathematik) (4 SWS) Übung: Python-Kurs zur Einführung in die Numerik (0 SWS) Übung: Übungen zur Einführung in die Numerik (2 SWS) Übung: Tutorium zur Einführung in die Numerik (1 SWS)	- - - -
3	Lehrende	Dr. Daniel Tenbrinck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eberhard Bänsch
5	**Inhalt**	• Direkte Eliminationsverfahren für lineare Gleichungssysteme [Gauß mit Pivotsuche (Erinnerung), Cholesky, LR-Zerlegung für vollbesetzte (Erinnerung) Bandmatrizen] • Linear stationäre iterative Verfahren: Erinnerung und SOR-Verfahren • Verfahren für Eigenwertaufgaben (QR-Verfahren) • Fehleranalyse und Störungsrechnung (Gleitpunktarithmetik, Konditionsanalyse, schlechtgestellte Probleme) • Lineare Ausgleichsrechnung (Orthogonalisierungsverfahren, Numerik der Pseudoinverse) • Iterative Verfahren für nicht-lineare Gleichungssysteme (Fixpunktiteration, Newton-Verfahren, Gauß-Newton) • Interpolation (Polynome, Polynomialsplines, FFT) • Numerische Integration (Newton-Cotes, Gauß, Extrapolation, Adaption) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verwenden algorithmische Zugänge für Probleme der linearen Algebra und Analysis und erklären und bewerten diese; • urteilen insbesondere über die Stabilität und Effizienz eines numerischen Verfahrens; • setzen mit eigener oder gegebener Software Verfahren um und bewerten deren Ergebnisse kritisch; • erläutern und verwenden ein breites Problem- und Verfahrensspektrum: (Direkte und) iterative Verfahren für lineare Gleichungssysteme, nicht-lineare Gleichungssysteme, insbesondere Newton-Verfahren, (nicht)lineare Ausgleichsrechnung, Interpolation und Integration, Numerik von Eigenwertaufgaben; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Module zur Analysis und Linearen Algebra • Kenntnisse in MATLAB sind zwingend. Diese können in einem jeweils vor Semesterbeginn stattfindenden Kurs erworben werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• R. Schaback und H. Wendland: Numerische Mathematik; Springer, Berlin, 2005 • A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin, 2002 • P. Deuflhard und A. Hohmann: Numerische Mathematik I; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik I; Springer, Berlin, 2005 • Vorlesungsskript auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik, ständig neu an die Vorlesung angepasst

1	**Modulbezeichnung** 65580	**Elementare Zahlentheorie** Elementary number theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elementare Zahlentheorie (4 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Christina Birkenhake	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Yasmine Sanderson
5	**Inhalt**	• Anwendung der vollständigen Induktion • Division mit Rest • Untergruppen von Z • ggT und kgV • euklidischer Algorithmus • Teilbarkeitslehre • Begriff der Primzahl und Fundamentalsatz der Arithmetik, Primzahlen und Primzahlprobleme, • Diophantik mit Anwendungen • Prime Restklassengruppe • Dezimalbruch-Entwicklung • Algebraische und transzendente Zahlen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären grundlegende Begriffe der elementaren Zahlentheorie; • lösen klassische mathematische Probleme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Elemente der Linearen Algebra I und II sowie Elementeder Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zu diesem Modul

1	**Modulbezeichnung** 65110	**Funktionalanalysis** Functional analysis	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Günther Grün
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Hilbert- und Banach-Räume • Sobolev-Räume • Lineare Operatoren • Lineare Funktionale und der Satz von Hahn-Banach • Prinzip der gleichmäßigen Beschränktheit • Kompakte Operatoren • Lösbarkeit linearer Gleichungen (inklusive Fredholm'sche Alternative) • Spektraltheorie kompakter Operatoren und Anwendungen Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die Grundprinzipien der linearen Funktionalanalysis und verwenden diese; • kennen und erklären die Topologien von Hilbert- und Banachräumen, weisen Konvergenz von Folgen in unterschiedlichen Topologien nach (stark, schwach) und zeigen Implikationen aus kompakten Einbettungen auf; • beweisen Aussagen zu Existenz und Eindeutigkeit von Lösungen linearer Operatorgleichungen und zeigen insbesondere die Existenz schwacher Lösungen zu Randwertproblemen bei linearen elliptischen Differentialgleichungen; • treffen Aussagen zur Integrierbarkeit bzw. Glattheit von Sobolev-Funktionen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Drei der vier Module Lineare Algebra I und II, Analysis I und II müssen bestanden sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskripte zu diesem Modul • H.W. Alt: Lineare Funktionalanalysis; Springer • D. Werner: Funktionalanalysis; Springer

1	**Modulbezeichnung** 65351	**Funktionentheorie I** Complex analysis I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Holomorphe Abbildungen • Cauchy-Riemann'sche Differentialgleichungen • Wegintegrale und der Cauchy'sche Integralsatz • Satz von Liouville • Laurent-Reihen • Residuenkalkül Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Grundprinzipien der Funktionentheorie und wenden diese an; • erkennen die Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen reell und komplex differenzierbaren Funktionen und erklären diese; • wenden komplex-analytische Methoden zur Lösung von Problemen der reellen Analysis selbständig an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Freitag, Busam: Funktionentheorie I • Remmert: Funktionentheorie

1	**Modulbezeichnung** 48071	**Introduction to Statistics and Statistical Programming** Introduction to statistics and statistical programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten. Review session: participation voluntary	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christophorus Richard
5	**Inhalt**	• Introduction to the statistical software R and elementary programming • Descriptive statistics: visualisation and parameters of categorial and metric data, qq-plot, curve fitting, log- and loglog-plots, robust techniques • Inferential statistics: methods for estimating and testing: parametric tests, selected non-parametric tests, exact and asymptotic confidence regions • Simulation: random numbers, Monte carlo
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to • describe and explain standard techniques in descriptive and inferential statistics. • explain their solution of a non-trivial statistical problem to other people and to discuss alternative solutions within a group. • perform statistical standard analyses within a prescribed time limit on the computer, and to correctly interpret the computer output. • perform elementary statistical simulations. • formulate adequate questions concerning a given data set, suggest correct methods for analysis, and to implement these on the computer.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Stochastische Modellbildung (strongly recommended)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes • Rice: Mathematical Statistics and Data Analysis; Thomson, 2007 • www.cran.r-project.org

1	**Modulbezeichnung** 65874	**Einführung in die kategoriale Homotopietheorie** Introduction to Categorical Homotopie Theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Einführung in die kategorielle Homotopietheorie (SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Cathérine Meusburger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Cathérine Meusburger
5	**Inhalt**	• (Ko)limiten, (Ko)enden, Kan-Erweiterungen • Komma-Kategorien und die Grothendiek-Konstruktion • simpliziale Objekte, Kan-Komplexe, Quasi-Kategorien, • Nerven, Bousfield-Kan Homotopie-Kolimiten, klassifizierende Räume
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen grundlegende und fortgeschrittene kategorielle Konzepte und Methoden • vernetzen diese mit verschiedenen Gebieten der Mathematik • wenden sie auf konkrete Probleme aus Algebra und Topologie an • erlernen mathematische Werkzeuge der modernen Homotopietheorie
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Einführung in die Darstellungstheorie oder Vorkenntnisse zu Kategorien aus anderen Vorlesungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	jedes 4. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	• Emily Riehl: Category Theory in Context • Emily Riehl: Categorical Homotopy Theory • Birgit Richter: From Categories to Homotopy Theory • Paul G. Goerss, John F. Jardine, Simplicial Homotopy Theory

1	**Modulbezeichnung** 65980	**Kryptographie II** Cryptography II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Die Vorlesung wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten, wobei jeweils ein spezielles zahlentheoretisches Gebiet (wie elliptische Kurven, quadratische Zahlkörper, Gitter) die Grundlage für kryptographische Anwendungen bildet. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären fortgeschrittene kryptographische Verfahren und ihre mathematischen Hintergründe • setzen geeignete Software zum praktischen Umgang mit den besprochenen Kryptosystemen ein
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Kryptographie I • Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript zum Modul

1	**Modulbezeichnung** 65161	**Lineare und Kombinatorische Optimierung** Linear and combinatorial optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Linearen und Kombinatorischen Optimierung (2 SWS) Vorlesung: Lineare und Kombinatorische Optimierung (4 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Dieter Weninger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dieter Weninger
5	**Inhalt**	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zur Vorlesung gehören auch die Dualität der linearen Optimierung und das Simplexverfahren. Gegenstand der Vorlesung ist zudem die Analyse von Algorithmen und die Vermittlung algorithmischer Grundprinzipien. Neben der vierstündigen Vorlesung werden zweistündige Übungen angeboten. Anhand von Präsenz- und Hausaufgaben werden wesentliche Lerninhalte geübt. Zusätzlich werden Softwareübungen angeboten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003 • Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005

1	**Modulbezeichnung** 65255	**Mathematische Modellierung Praxis** Mathematical modelling practical	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: MaMoPra (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Frank	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Serge Kräutle
5	**Inhalt**	
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • bearbeiten Modellierungsprojekte im Team; • modellieren Alltagsprobleme, lösen sie mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch; • prägen Problemlösungskompetenz aus; • erwerben Schlüsselkompetenzen: prägen durch die Projektarbeit Teammanagement aus, sind durch Berichterstattung in den Projekten zu Vortragspräsentation und wissenschaftlichem Schreiben befähigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Theorie • Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semestrigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit+Vortrag
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit+Vortrag (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 • F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 • G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley 1986

1	**Modulbezeichnung** 65254	**Mathematische Modellierung Theorie** Mathematical modelling theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematische Modellierung Theorie (2 SWS) Übung: MaMoTheU (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Serge Kräutle	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Serge Kräutle
5	**Inhalt**	• Handwerkszeuge der mathematischen Modellierung: Dimensionsanalyse, asymptotische Entwicklung, Stabilitäts-, Sensitivitätsbetrachtungen, Existenz und Nichtnegativität von Lösungen • Modelle in Form von linearen Gleichungssystemen (elektrische Netzwerke, Stabwerke, Zusammenhang zu Minimierungsaufgaben), nicht-linearen Gleichungssystemen (chemisches Gleichgewicht in reaktiven Mehrspeziessystemen), Anfangswertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen (chemische Reaktionen, Populationsmodelle) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären die grundlegenden und vertiefenden Begriffe mathematischer Modellierung und verwenden die zugehörigen Prinzipien; • erstellen und bewerten, auf Basis exemplarischer Kenntnisse aus Ingenieur- und Naturwissenschaften, deterministische Modelle in Form von Gleichungssystemen und gewöhnlichen Differentialgleichungen selbstständig; • lösen vorgegebene Aufgaben mit analytischen / numerischen Methoden und diskutieren die Ergebnisse kritisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Teilnahme am Modul nur in Kombination mit dem Modul Mathematische Modellierung Praxis • Module Analysis und Lineare Algebra oder Module einer zwei-semestrigen Mathematikgrundausbildung für nicht-mathematische Studiengänge, Modul Numerische Mathematik, Modul Gewöhnliche Differentialgleichungen empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Ch. Eck, H. Garcke, P. Knabner: Mathematische Modellierung; Springer-Verlag, 2. Auflage, Berlin, 2011 • F. Hauser, Y. Luchko: Mathematische Modellierung mit MATLAB; Spektrum Akademischer Verlag, 2011 • G. Strang: Introduction to Applied Mathematics; Wellesley-Cambridge Press, Wellesley, 1986

1	**Modulbezeichnung** 65150	**Nichtlineare Optimierung** Nonlinear optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Nichtlinearer Optimierung (2 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Optimierung (4 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Lukas Pflug	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Achtziger
5	**Inhalt**	• Unrestringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen, Abstiegsverfahren, Verfahren der konjugierten Richtungen, Variable-Metrik-Methoden und Quasi-Newton-Methoden) • Restringierte Probleme der Nichtlinearen Optimierung (Optimalitätsbedingungen) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • nennen und erklären Grundbegriffe der Nichtlinearen Optimierung; • modellieren und lösen praxisrelevante Probleme mit Hilfe der erlernten Verfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Abschluss der Module Analysis I, Analysis II, Lineare Algebra I, Lineare Algebra II und Numerische Mathematik.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Geiger, Ch. Kanzow: Numerische Verfahren zur Lösung unrestringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 1999 • Geiger, Ch. Kanzow: Theorie und Numerik restringierter Optimierungsaufgaben; Springer, 2002 • W. Alt: Nichtlineare Optimierung; Vieweg, 2002

		• F. Jarre und J. Stoer: Optimierung; Springer, 2004 • M.S. Bazaraa, H.D. Sherali, C.M. Shetty: Nonlinear Programming Theory and Algorithms; Wiley, New York, 1993

1	**Modulbezeichnung** 407487	**Numerical Aspects of Linear and Integer Programming** Numerical aspects of linear and integer programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	• Revidiertes Simplexverfahren (mit Schranken) • Phase I des Verfahrens • Duales Simplexverfahren • LP Presolve/Postsolve • Skalierung • MIP Solution Techniques Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. In den Übungen werden die Studierenden von einem Übungsgruppenleiter betreut.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erklären und verwenden im Rahmen der Vorlesung Methoden und numerische Verfahren, die zur Lösung von Linearen und Gemischt-ganzzahligen Programmen in der Praxis Anwendung finden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra, Lineare und Kombinatorische Optimierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 36 h Eigenstudium: 114 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• V. Chvátal: Linear Programming, W. H. Freeman and Company, New York, 1983 • L.A. Wolsey: Integer Programming, John Wiley and Sons, Inc., 1998

1	**Modulbezeichnung** 64620	**Numerik I für Ingenieure** Numerics for engineers I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerik I für Ingenieure (2 SWS) Praktikum: Übungen Numerik 1 für Ingenieure (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Nicolas Neuß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz
5	**Inhalt**	• Elementare Numerik: Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen,Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg • Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen • verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme • verschiedene Methoden zu beurteilen • Interpolationstechniken und Güte der Approximation • grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher • grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen • Beurteilung dieser Methoden und Verfahren • algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kurse Mathematik für Ingenieure I, II und III
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Skripte des Dozenten • H.-R. Schwarz, N. Köckler: |Numerische Mathematik|, Teubner

1	**Modulbezeichnung** 64631	**Numerik II für Ingenieure** Numerics for engineers II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl.Prof.Dr. Wilhelm Merz
5	**Inhalt**	*Numerik partieller Differentialgleichungen* Finite Differenzenmethode, Stabilität, Konsistenz, Konvergenz, Einführung finite Elementmethode bei elliptischen Problemen, Fehlerschätzer
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären verschiedene Diskretisierungsmethoden • beurteilen diese Diskretisierungsmethoden • leiten Finite Elemente Diskretisierungen elliptischer Probleme her • folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken aus oben genannten Bereichen • konstruieren Algorithmen zu Finite Elemente Diskretisierungen • erklären Fehlerschätzer
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skripte des Dozenten H. Jung, M. Langer, Methode der Finiten Elemente, Teubner P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer

1	**Modulbezeichnung** 44050	**Optimierung für Ingenieure** Optimisation for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Johannes Hild
5	**Inhalt**	**Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints** • Classification of problem types • Optimality conditions and termination criterions • Descent directions and line search methods • Convergence analysis **Unconstrained optimization** • Steepest descent and conjugate gradient • Newton-type methods • Nonlinear Least Squares **Constrained optimization** • Projection methods • Trust Region • Barrier and penalty methods • Interior point methods **Noisy Functions** • Simplex Gradient • Implicit Filtering
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Competences** **Know** • Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods. • Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences. **Understand** • Students explain the different components of optimization methods. • Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences. **Apply** • Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems. • Students formulate and solve optimality conditions analytically. • Students apply optimization algorithms to optimization problems. **Analyse** • Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses. **Evaluate**

		• Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems. • Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems. **Create** • Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures. • Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially: • Linear algebra • Analysis of real valued functions • Differential and integral calculus in multi dimensional spaces Requires successful participation in the weekly e-learning assessments.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur 5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) The grade of the module equals the grade of the written exam.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006. Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999; Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations.Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997. Jarre, F.:Optimierung, Springer 2003;

1	**Modulbezeichnung** 44060	**Optimierung für Ingenieure mit Praktikum** Optimisation for engineers (with laboratory)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Johannes Hild
5	**Inhalt**	**Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints** • Classification of problem types • Optimality conditions and termination criterions • Descent directions and line search methods • Convergence analysis **Unconstrained optimization** • Steepest descent and conjugate gradient • Newton-type methods • Nonlinear Least Squares **Constrained optimization** • Projection methods • Trust Region • Barrier and penalty methods • Interior point methods **Noisy Functions** • Simplex Gradient • Implicit Filtering **Programming Laboratory** • Implementation of optimization algorithms • Algorithmic optimization of test problems • Solving a benchmark problem
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Competences** **Know** • Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods. • Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences. • Students identify optimization routines written in a programming language. **Understand** • Students explain the different components of optimization methods. • Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences. **Apply** • Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems. • Students formulate and solve optimality conditions analytically.

		• Students apply optimization algorithms to optimization problems. **Analyse** • Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses. • Students observe the behavior of common optimization algorithms applied to numerical test problems. **Evaluate** • Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems. • Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems. **Create** • Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures. • Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems. • Students plan and implement optimization algorithms in a programming language.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially: • Linear algebra • Analysis of real valued functions • Differential and integral calculus in multi dimensional spaces Requires successful participation in the weekly e-learning assessments and lab programming works. Requires basic knowledge in the implementation of algorithms and data structures in a development environment.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Übungsleistung 5 ECTS: Written exam open book online based on the content of the lecture. 2.5 ECTS: Completing the programming homework assignments of the laboratory within the specific deadlines. Both parts can be done independently from each other.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%) The grade of the module equals the grade of the written exam.

		The laboratory is only pass or fail and does not influence the grade of the module.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006. Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999; Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations.Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997. Jarre, F.:Optimierung, Springer 2003;

1	**Modulbezeichnung** 65923	**Optimization in industry and economy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optimization in Industry and Economy (2 SWS) Übung: Übung zu Optimization in Industry and Economy (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Daniela Bernhard Prof. Dr. Sascha Kurz Jorge Weston Fernández	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	This course focuses on modeling and solving real-world optimization problems occurring in industry and economics. Advantages and disadvantages of different modeling techniques will be outlined. In order to achieve efficient solution approaches, different reformulations and their numerical results will be discussed. Students will learn how to present optimization results properly as well as how to interpret and evaluate these results for practical applications. The latter may include but is not limited to the optimization of transport networks (gas, water, energy), air traffic management and mathematical modeling/optimization of market mechanisms in the energy sector.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • model complex real-world optimization problems with respect to efficient • solvability, • classify the models and use appropriate solution strategies, • evaluate the achieved computational results.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Modul LKOpt: Linear and combinatorial optimization
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes (will be published on StudOn at the beginning of the semester) • Up-to-date research literature (will be published on StudOn at the beginning of the semester)

1	**Modulbezeichnung** 65175	**Robuste Optimierung 1** Robust optimization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind. Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung. Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press

1	**Modulbezeichnung** 65918	**Robust optimization II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	• In practice, provided data for mathematical optimization problems is often not fully known. Robust optimization aims at finding the best solution which is feasible for input data varying within certain tolerances. The lecture covers advanced methods of robust optimization in theory and modeling. In particular, robust network flows, robust integer optimization and robust approximation are included. Further, state-of-the-art concepts, e.g., "light robustness" or "adjustable robustness" will be discussed by means of real-world applications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • will be able to identify complex optimization problems under uncertainties as well as suitably model and analyze the corresponding robust optimization problem with the help of advanced techniques of robust optimization, • learn the handling of appropriate solving techniques and how to analyze the corresponding results.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Recommended: Robust Optimization I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes, will be published on StudOn at the beginning of the semester.

1	**Modulbezeichnung** 65080	**Topologie** Topology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl-Hermann Neeb
5	**Inhalt**	• Stetige Funktionen, Zusammenhang, Trennungsaxiome • Erzeugung von Topologien (initiale, finale, Quotienten etc.) • Konvergenz in topologischen Räumen (Filter, Netze) • Kompaktheit (Satz von Tychonov, kompakte metrische Räume, lokalkompakte Räume) • Anwendung auf Funktionenräume (Satz von Stone-Weierstraß, Satz von Ascoli) Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch Übungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Methoden der allgemeinen Topologie, die in den Grundvorlesungen nur am Rande vorkommen, an; • ordnen die topologischen Grundbegriffe in einen größeren Kontext ein; erklären und verwenden wichtige Resultate, die in vielen Bereichen der Mathematik zum Handwerkzeug gehören
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul

Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering

1	**Modulbezeichnung** 47679	**Advanced Upper-Limb Prosthetics** Advanced upper-limb prosthetics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Upper-Limb Prosthetics This Semester ONLY ONLINE. All relevant material can be found on StudOn. (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Claudio Castellini
5	**Inhalt**	• Introduction to upper-limb prosthetics (ULPs): background, motivation, body- vs. self-powered; state of the art • ULPs as robotic arms: challenges and open questions • Human-machine interfaces for ULPs • Sensor modalities: surface electromyography and more • Intent detection for ULPs: reliability, dexterity, pattern recognition, incrementality, interactive machine learning • Feedback and sensory substitution • Human-Machine Interaction in ULPs • Designing ULP experiments • The clinical perspective: impacting on the amputees everyday life In the exercises, problems will be solved by working out code.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students who have followed the course • have a broad understanding of ULPs • can conceive and design an intent-detection + feedback system for ULPs, given a set of requirements / specifications • have knowledge about the clinical situation in the world of ULPs • can tackle previously unknown problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• basic maths, especially statistics • fundamentals of signal processing and machine learning • mid-level programming (|Python|, |C#| or similar) • fundamentals of experimental psychology
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• *[2002]* |Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal|, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario. • *[2010]* |Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information|, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović. • *[2011]* |Electromyogram pattern recognition for control of powered upper-limb prostheses: State of the art and challenges for clinical use|, E. Scheme and K. Englehart. • *[2012]* |Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric ControlA Review|, A. Fougner, Ø. Stavdahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker. • *[2015]* |A survey of sensor fusion methods in wearable robotics|, D. Novak and R. Riener • *[2016]* |Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction|, C. Castellini. • *[2016]* |New developments in prosthetic arm systems|, I. Vujaklija, D. Farina and O.C. Aszmann. • *[2019]* |Upper-limb active prosthetics: an overview|, C. Castellini.

1	**Modulbezeichnung** 96837	**A look inside the human body - gait analysis and simulation**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: A look inside the human body - gait analysis and simulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	**Inhalt**	The aim of this lecture is to teach methods of gait analysis and simulation. Gait analysis experiments will be covered, as well as more modern approaches to gather walking data. Techniques to process gait analysis experiments are discussed, as well as dynamic models that can be used to create gait simulations. This lecture addresses the following topics: • Measurement systems for gait analysis • Methods to calculate joint kinetics and kinematics from experimental data • Muscle biology, specific to force generation, and modelling of muscles • Methods to calculate muscle activation from experimental data • Energetics of walking • Multibody dynamics • Creating simulations of gait
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Learning objectives: • Be familiar with the existing measurement options for gait analysis • Know state-of-the art techniques to process gait analysis experiments • Select an appropriate processing technique for a specific experiment • Understand how gait could be simulated and where these simulations could be applied • Know the function of the different components of the human body that are involved in locomotion
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Winter, David A. Biomechanics and motor control of human movement. John Wiley & Sons, 2009. • Kelly, Matthew. "An introduction to trajectory optimization: How to do your own direct collocation." SIAM Review 59.4 (2017): 849-904.

1	**Modulbezeichnung** 47672	**Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces** Applied neural engineering: Brain and spine neurosurgery and human/machine interfaces	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Applied Neural Engineering: Brain and Spine Neurosurgery and Human/Machine Interfaces (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof.Dr.med. Thomas Mehari Kinfe Daniela Souza de Oliveira	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof.Dr.med. Thomas Mehari Kinfe
5	**Inhalt**	The central nervous system is a biological structure with high temporal resolution. For example, when we are controlling a muscle to prevent slipping or catching a falling object, the CNS must generate intelligent behaviour at the millisecond time scale. Therefore, for an accurate prediction of these events we must record from relevant neural structures with high temporal resolution. Electrophysiological recordings and electrical stimulation of the nervous system provide a unique framework to study and control the behaviour of the CNS.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students describe the current state of the art methods to implant electrodes in the brain as well as in the spinal cord and muscle. Moreover, as a core work of this seminar, students analyse these signals and understand the rationale behind the utilization of brain/ machine interfaces that can record and stimulate concurrently at the millisecond time scale. With this seminar, students learn the current methods for human/ machine interfaces from populations of neurons, interfacing and electrical stimulation of the human nervous system with an emphasis on deep brain stimulation (tremor reduction), pain reduction via afferent stimulation, neurorecovery via electrical stimulation of the spinal cord, and brain-computer interfaces. A specific focus of this seminar will be the students' interpretation of relevant new literature on brain-machine interfaces from an engineering and neurosurgical perspective, specifically to critically evaluate what are the limits from a neurosurgical and neuroengineering perspective. The students review their findings in a written report that follows good scientific practice.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

		Presentation and paper. The students will give a scientific presentation in English.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Presentation: 50%, paper: 50%.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD -Neural Engineering, Edited by Bin He -Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller https://www.nature.com/articles/nrn3724 Burst Motor Cortex Stimulation Evokes Sustained Suppression of Thalamic Stroke Pain: A Narrative Review and Single-Case Overview. Martin Nüssel, Melanie Hamperl, Anna Maslarova, Shafqat R Chaudhry, Julia Köhn, Andreas Stadlbauer, Michael Buchfelder, Thomas Kinfe. Pain Ther. 2020. doi: 10.1007/s40122-020-00221-0. Impact factor 5.6 Burst spinal cord stimulation: Review of preclinical studies and comments on clinical outcomes. Krishnan Chakravarthy, Alex Kent, Adil Reza, Fangfang Xing, Jeff Kramer, Lawrence Poree and Thomas M. Kinfe Neuromodulation Neuromodulation. 2019;22(3):235-243.

1	**Modulbezeichnung** 47666	**Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete** Motion analysis and biomechanical boundary areas	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Bewegungsanalyse und biomechanische Grenzgebiete (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	**Inhalt**	Anatomie des menschlichen Bewegungsapparates |Muskeln, Sehnen, Bänder, Knochen, Knorpel| Gelenkmechanik Kinematik |Bewegungsanalyse und Motion-Capturing-Systeme| Kinetik |Kraft- & Druckmessplatten, Bodenreaktionskräfte| Elektromyographie 3D-Modellierung in der Biomechanik |Segmentierung, 3D-Modelle| Simulation |FEM, MKS|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls verfügen die Studierenden über die folgenden fachlichen, methodischen und persönlichen Kompetenzen: Die Studierenden verstehen die in der Biomechanik verwendete Technik und angewandte Methoden. Die Studierenden bestimmen die anatomischen Strukturen, die den aktiven bzw. passiven Bewegungsapparat aufbauen und somit Kraftentwicklung und Bewegungen ermöglichen. Die Studierenden sind in der Lage die in der technischen Mechanik erlernten Größen wie Kräfte und Momente auf anatomische Strukturen anzuwenden. Die Studierenden können die Funktion der im Rahmen der Kinematik verwendeten Systeme zum Motion-Capturing beschreiben und gegenüberstellen. Sie sind in der Lage, die in der Kinetik verwendeten Messsysteme wie Kraft- und Druckmessplatten in Aufbau und Funktion zu unterscheiden. Sie können die gemessenen Bodenreaktionskräfte und Kraft-Zeit-Verläufe interpretieren und in Zusammenhang mit Bewegungen und Kraftübertragung setzen. Die Studierenden sind in der Lage ein Vorgehen zur Messung von Muskelaktivitäten bei einer spezifischen Bewegung durch Elektromyographie zu entwerfen. Sie beschreiben die Funktion von EMG-Sensoren, unterschiedliche Filtertechniken, Arten der Ableitung wie auch Einflussfaktoren und erläutern diese. Die Studierenden beschreiben die Vorzüge der 3D-Modellierung im biomechanischen und orthopädischen Umfeld und können die unterschiedlichen Arten der Segmentierung gegenüberstellen.

		Die Studierenden sind in der Lage, Simulation im Maschinenbau und in der Biomechanik gegenüberzustellen und die Unterschiede zu konkretisieren. Sie beschreiben den grundsätzlichen Aufbau von Finiter-Elemente-Analyse (FEM) und Mehrkörpersimulation (MKS) und begründen die Funktion in biomechanischem Kontext.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Relevante Literatur ist im online-Kurs zu den jeweiligen Kapiteln angegeben.

1	**Modulbezeichnung** 47613	**Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dario Zanca
5	**Inhalt**	Contents Seeing is a complex activity. Humans perform eye movements to actively seek for useful information, while regulating pupil size to control the amount of light to be captured. Eye-tracking can be used to record the eyes activity. It is a powerful tool to study human gaze behavior and it can be used to assess the health condition of individuals. The aim of this seminar is to become familiar with eye-tracking data and their use in different domains, from neuroscience and artificial intelligence (to understand and simulate human attention), to medicine and psychology (to identify eye-tracking based biomarkers). Different methods will be introduced and compared. Students will study on state-of-the-art papers and present the details of the chosen topic described in the papers. Alternatively, the student may work on experimental task and present the result of applying state of the art methods.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After completing the module, students will be able to describe an eye-tracking experimental setup and how to work with eye-tracking data. be able to explain the common eye-tracking data analysis techniques. be able to explain the state-of-the-art saliency and scanpath models to predict human visual attention.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Itti, L., Koch, C., & Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence, 20(11), 1254-1259. Borji, A., & Itti, L. (2012). State-of-the-art in visual attention modeling. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35(1), 185-207. Judd, T., Ehinger, K., Durand, F., & Torralba, A. (2009, September). Learning to predict where humans look. In 2009 IEEE 12th international conference on computer vision (pp. 2106-2113). IEEE. Zanca, D., & Gori, M. (2017, December). Variational laws of visual attention for dynamic scenes. In Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems (pp. 3826-3835). Zanca, D., Melacci, S., & Gori, M. (2019). Gravitational laws of focus of attention. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 42(12), 2983-2995. Zanca, D., Gori, M., Melacci, S., & Rufa, A. (2020). Gravitational models explain shifts on human visual attention. Scientific Reports, 10(1), 1-9. Bellet, M. E., Bellet, J., Nienborg, H., Hafed, Z. M., & Berens, P. (2019). Human-level saccade detection performance using deep neural networks. Journal of neurophysiology, 121(2), 646-661. Piu, P., Serchi, V., Rosini, F., & Rufa, A. (2019). A cross-recurrence analysis of the pupil size fluctuations in steady scotopic conditions. Frontiers in neuroscience, 13, 407. Zénon, A. (2017). Time-domain analysis for extracting fast-paced pupil responses. Scientific reports, 7(1), 1-10. Bargagli, A., Fontanelli, E., Zanca, D., Castelli, I., Rosini, F., Maddii, S., ... & Rufa, A. (2020). Neurophthalmologic and Orthoptic Ambulatory Assessments Reveal Ocular and Visual Changes in Patients With Early Alzheimer and Parkinson's Disease. Frontiers in Neurology, 11.

1	**Modulbezeichnung** 44200	**Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie** Computational neurotechnology / Numerical neurotechnology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tobias Reichenbach
5	**Inhalt**	Foundations of Computational Neuroscience and the processing of neural signals. Applications in the areas of artificial neural networks, Brain-Machine-Interfaces (BCIs) and neural prosthesis.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Can understand the principles of the analysis of neural signals • Can apply information theory for the description of neural activity • Can perform simulations of the dynamics of single neurons as well as of neural networks • Can evaluate different approaches to construct Brain-Machine-Interfaces (BCIs) • Can explain concepts for the design of neural prosthesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 94 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Dayan, Peter, and Laurence F. Abbott. Theoretical neuroscience: computational and mathematical modeling of neural systems. Computational Neuroscience Series, 2001. Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014. Oweiss, Karim G., ed. Statistical signal processing for neuroscience and neurotechnology. Academic Press, 2010.

		Maurits, Natasha. From neurology to methodology and back: an introduction to clinical neuroengineering. Springer Science & Business Media, 2011. Clément, Claude. Brain-Computer Interface Technologies. Springer International Publishing, 2019. DiLorenzo, Daniel J., and Joseph D. Bronzino, eds. Neuroengineering. CRC Press, 2007.

1	**Modulbezeichnung** 92358	**Inertial Sensor Fusion** Inertial sensor fusion	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Ive Weygers Simon Bachhuber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel
5	**Inhalt**	This module is concerned with inertial sensor technologies and sensor fusion methods for motion tracking of aerial/ground/water vehicles, robotic systems and human body segments. Participants will become familiar with the design and application of methods and algorithms for sensor fusion and analysis of inertial measurement data. This includes methods to estimate the orientation and position of moving objects in three-dimensional space as well as methods for calculating joint angles or segmenting human motion. Since most of the considered applications are feedback-controlled systems, the course focuses on real-time-capable algorithms. The methods will be applied to application data during designated computer exercises that are integrated into the course. Topics include, but are not limited to: • Basic principles of gyroscopes, accelerometers and magnetometers • Error characteristics of MEMS-based inertial measurement units • Application: Gait phase detection by foot-worn inertial sensors • Quaternions and other representations of 3D rotations • Orientation estimation from inertial measurement data • Application: Position tracking/retrieval of an unmanned aerial vehicle • Joint angle estimation from inertial measurement data • Application: Real-time motion tracking of a robotic actuator • Kalman filtering methods for linear and nonlinear systems • Probabilistic sensor fusion and Bayesian state estimation • Identification of kinematic parameters from inertial measurement data • Application: Human body motion tracking by wearable inertial sensors
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students are able to employ inertial sensor technologies and sensor fusion methods for applications in research and industry. • They are capable of understanding and handling the complexity of inertial sensor data and have command of a versatile set of methods for real-time processing of inertial measurements. • They are able toi track the orientation and position of an unmanned aerial vehicle.

		• They are able to track the motion of multi-link kinematic chains, e.g. robotic actuators or human limbs, in three dimensional space.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to be have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007. • T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial SensorsApplications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221. • M. Kok, J. D. Hol, and T. B. Schön, "An optimization-based approach to human body motion capture using inertial sensors, IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 3, pp. 7985, Jan. 2014. • B. Taetz, G. Bleser, and M. Miezal, "Towards self-calibrating inertial body motion capture, in 2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION), Jul. 2016, pp. 17511759. • D. Lehmann, D. Laidig, and T. Seel, "Magnetometer-free motion tracking of one-dimensional joints by exploiting kinematic constraints, Proceedings on Automation in Medical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 027027, 2020. • D. Laidig, D. Lehmann, M.-A. Bégin, and T. Seel, "Magnetometer-free realtime inertial motion tracking by exploitation of kinematic constraints in 2-dof joints, 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 12331238, 2019. • M. Caruso, A.M. Sabatini, D. Laidig, T. Seel, M. Knaflitz, U. DellaCroce, A. Cereatti. Analysis of the Accuracy of Ten Algorithms for Orientation Estimation Using Inertial and

		Magnetic Sensing under Optimal Conditions: One Size Does Not Fit All. Sensors, 21 (7):2543, 2021. • E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158. • J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096. • A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	**Modulbezeichnung** 47616	**Intent Detection and Feedback** Intent detection and feedback	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Claudio Castellini
5	**Inhalt**	• Introduction to the problems of intent detection and somatosensory feedback: motivation, taxonomy, historical background. • Intent detection: theory and philosophical issues; defining the problem and the ground truth; success metrics; signals for intent detection; sensors for intent detection; feature extraction; applications of machine learning to the problem. • Somatosensory feedback: theory and physiology; sensory substitution; embodiment and agency induced by it; modalities of actuation; practical issues and metrics of performance. • Intent detection and somatosensory feedback in prosthetics: usefulness, success and challenges. • Intent detection and somatosensory feedback in rehabilitation and exoskeletons: usefulness, success and challenges. • Intent detection and somatosensory feedback in gaming and non-reha fields.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students who have followed the module • have a broad understanding of intent detection and somatosensory feedback, especially in the frame of Rehabilitation and Assistive Robotics • can conceive and design a research project in the related subfield of the subject • have knowledge about the clinical and industrial situation of intent detection and feedback, especially including the problems and challenges of each technique and method • can tackle previously unknown problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; mid-level programming Python, C# or similar; fundamentals of experimental psychology
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović. • [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric ControlA Review, A. Fougner, Ø. Stavdahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker. • [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1 • [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener • [2016] Incremental Learning of Muscle Synergies: From Calibration to Interaction, C. Castellini. • [2018] JA Spanias, AM Simon, SB Finucane, EJ Perreault and LJ Hargrove, Online adaptive neural control of a robotic lower limb prosthesis, J Neural Eng. 15(1) • [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics Systems and Applications, Academic Press Elsevier • [2021] Michele Xiloyannis, Ryan Alicea, Anna-Maria Georgarakis, Florian L. Haufe, Peter Wolf, Lorenzo Masia and Robert Riener, Soft robotic suits: State of the art, core technologies and open challenges, IEEE Transactions on Robotics

1	**Modulbezeichnung** 44157	**Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology** Interfacing the neuromuscular system: Applications for Human/machine interfaces and neurophysiology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	**Inhalt**	Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system. Module: Electrophysiology Generation of an action potential; HodgkinHuxley model, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes. Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings. Module: Applications to Human/Machine Interfaces Biosignal processing; data with high temporal resolution, identification of individual neurons, associations between neuronal discharge times and behaviour; control of prosthetic devices from EMG signals in amputees and neurodegenerative and neurotraumatic diseases. Module: Applications to Neurophysiology Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function. Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will acquire in-depth skills in the acquisition, analysis, and interpretation of electrophysiological data with a specific focus on human recordings in health and pathological conditions (e.g., spinal cord injury, stroke, and Parkinsons disease). The goal of this course is to teach the current methods in man/machine interfaces and neurophysiological applications. The course will provide information on the neural circuitries that determine coordinated movement. The specific focus is on the motor system that regulates skilled motor behaviour. We will study the physiological pathways of the motor system and the effect of neurodegenerative diseases that affect this system. Ultimately, this course will give students a robust overview of how to use electrophysiology in order to assist individuals with neural impairments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	No compulsory prerequisites.

		Recommended: Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Written examination.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Oral examination 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	• Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD • Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087 • Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina • Neural Engineering, Edited by Bin He • Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426 • Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller https://www.nature.com/articles/nrn3724

1	**Modulbezeichnung** 47671	**Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (BioSignalIS)** Interpretation and analysis of neural and muscle signals (BioSignalIS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Interpretation and Analysis of Neural and Muscle Signals (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Seung Hee Yang Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio Prof. Seung Hee Yang
5	**Inhalt**	Lecture: Fundamentals of speech signals, electrocardiogram, and electromyography. Lecture: Principles of neural signals Generation of an action potential; Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG, EEG, intracortical data, and audio signals. Lecture: Speech signals and processing Lecture: ECG signal and processing Lecture: EMG signal and processing Association between EMG and voluntary force; Interpretation of multi-channel EMG signals; Neuronal encoding of behaviour; motor unit physiology in humans; motoneuron properties, longitudinal assessment of neuronal function; voice biomarkers for diagnosis and treatment of neurological disease; automatic speech recognition; speech pathology. Lecture: MATLAB / Python practical coursework Biosignal processing; data with high temporal resolution, identification of individual neurons, associations between neuronal discharge times and behaviour; control of prosthetic devices from neural signals. Extraction of neural information from speech and ECG signals, electrophysiological signals, and data mining and neural network model training on these signals. Practical work: literature overview on these signals and a critical analysis on how to merge these signals for an artificial intelligent system that can detect and prevent neural and/or muscular pathologies.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students describe the acquisition, analysis, and interpretation of data from different structures (brain, heart, and articulatory muscles). As the goal of this course, students learn the current methods in time-series analysis and understand how to potentially merge the information from these different sources in an AI system.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	No compulsory prerequisites. **Recommended:** Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Presentation and paper.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Presentation: 50%, paper: 50%.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	-Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD -Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087 -Neural Engineering, Edited by Bin He - Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426 - Restoring sensorimotor function through intracortical interfaces: progress and looming challenges, Bensmaia and Miller https://www.nature.com/articles/nrn3724 - *Speech and Language Processing*, 2nd Edition by Daniel Jurafsky and James Martin. Prentice Hall (2008). - *Automatic Speech Recognition: A Deep Learning Approach (Signals and Communication Technology)*. 2015th Edition by Li Deng

		- Alday, Erick A. Perez, et al. "Classification of 12-lead ecgs: the physionet/computing in cardiology challenge 2020." Physiological measurement 41.12 (2020): 124003. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1361-6579/abc960/meta - Orozco-Arroyave, Juan Rafael, et al. "Apkinson: the smartphone application for telemonitoring Parkinson's patients through speech, gait and hands movement." Neurodegenerative Disease Management 10.3 (2020): 137-157. https://www.futuremedicine.com/doi/full/10.2217/nmt-2019-0037?casa_token=FLKpZKgV3WcAAAAA%3ApZ7cX9gMQL50cO0Z_sosJPfVQ_KlVjsvRWoaMlTqRgXYkyP8N3KBBPiYnOnj843qs7CWQ

1	**Modulbezeichnung** 47656	**Legged Locomotion of Robots (LLR)** Legged locomotion of robots (LLR)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	**Inhalt**	Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. Students can choose to perform an extra assignment to receive an additional 2.5 ECTS. The assignment will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Familiarize with different concepts that are used in control and analysis of robot locomotion • Understand the theoretical background of concepts of robot locomotion • Differentiate between different types of robots • Understand the stability and energetics in robot locomotion
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47674	**Movement Neuroscience: Connections between Brain and Muscles in Humans** Movement Neuroscience: Connections between brain and muscles in humans	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Movement Neuroscience: Connections between the Brain and Muscles in Humans (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Marius Oßwald Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	**Inhalt**	Module: Principles of Neural control of movement and neuroengineering How the central nervous system controls muscle forces; Neurons, upper and lower motoneurons, Cortical and brainstem function, Interneurons and Motor Units. Neuroengineering applications for studying the neural control of movement; invasive and non-invasive recordings, electrical stimulation of the nervous system. Module: Electrophysiology Generation of an action potential, difference between intracellular and extracellular action potential, sparsity of the action potential in a matrix of electrodes. Module: Generation of EMG signals and analysis Recording electrophysiological data in humans; examples of EMG and EEG recordings. Module: Oscillations in neuronal networks Coherence analysis; Common synaptic input to populations of neurons; Noise in the nervous system; Associations between EEG and EMG signals; Startle responses Module: Simulation of muscle forces from the firing of individual motoneurons Motor unit model, HodgkinHuxley model, Muscle Properties Module: EMG signals in Neural Pathologies Parkinsons and Spinal Cord Injury, Motor unit analysis in neurodegenerative and neurotraumatic diseases. Module: MATLAB / Python practical coursework Extraction of neural information from electrophysiological signals; associations of information between electrophysiological signals and behavioural data; Experiment in humans.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students understand motor function at the brain and muscle level. The students describe how these systems are organized and what information can be extracted from the brain and muscles with the use of EMG signals. Moreover, students explore the acquisition, analysis, and interpretation of electrophysiological data with a specific focus on human recordings in health and pathological conditions (e.g., spinal cord injury, stroke, and Parkinsons disease).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	No compulsory prerequisites. **Recommended:** Basic biology and neurophysiology, Computer programming (Matlab and/or Python), Biosignal processing.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Online exam (60 min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	- Tutorial: Analysis of motor unit discharge characteristics from high-density surface EMG signals, Del Vecchio et al. https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102426 -Principles of Neuroscience from Eric R. Kandel, MD -Motor unit from Heckman and Enoka, DOI: 10.1002/cphy.c100087 -Surface Electromyography, Physiology, Engineering, and Applications Edited by Roberto Merletti and Dario Farina -Ibanez et al. 2021 J Neurosci https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2908-20.2021

1	**Modulbezeichnung** 47669	**Physiological Driven Control and Design of Exoskeletons (NEXO)** Physiological driven control and design of exoskeletons (NEXO)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alessandro Del Vecchio
5	**Inhalt**	Lecture: Control of exoskeletons by neural signals Extraction of signals for control for exoskeleton; user expectations and clinical reality; closed-loop control of exoskeleton; Lecture: Principles of neural signals and translation for control Recording electrophysiological data in humans; EMG, EEG, intracortical data and electrocorticography (ECoGs). Lecture: Actuators and Sensors for Exoskeletons In robotics soft systems are a new paradigm to realize compliant kinematics. An insight into those actuators and sensors helps to select a combination of soft and rigid components for exoskeletons. Lecture: Using ROS to control mechatronic assistive devices Using an established framework for the development of assistive devices enables the efficient prototyping of application specific solutions. Lecture: EMG signal and processing Association between EMG and intended movements, identification of individual motoneurons; time delays between neural signals and control; integration of EMG signals into exoskeletons. Lecture: MATLAB / Python practical coursework Biosignals processing of neural signals; associations between neural signals and function (dynamic and static) Practical work: literature overview on current state of the art in exoskeleton and a critical analysis on the design of a physiologically driven exoskeleton for the upper arm.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn about the state of the art of exoskeleton for the upper and lower limb, with a specific focus on the upper limb. As the goal of this course, students describe the current methods in associating neural signals to control assistive devices and to design an exoskeleton for the upper limb.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**This seminar is not offered in WS 22/23!**
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47617	**Rehabilitation and Assistive Robotics** Rehabilitation and assistive robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Claudio Castellini
5	**Inhalt**	• Introduction to Rehabilitation and Assistive Robotics: motivation, taxonomy, historical background • Prosthetics: upper- and lower limb prosthetics; clinical, mechatronics and societal challenges; machine learning and intent detection applied to prosthetics; signals and sensors. • Exoskeletons and exo-suits: realms of application, mechatronic and ergonomic challenges; intent detection and feedback; clinical acceptance, feasibility and effectiveness.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students who have followed the module • have a broad understanding of Rehabilitation and Assistive Robotics, the motivations, problems and challenges • can conceive and design a research project in the related subfield of the subject • have knowledge about the clinical and industrial situation in RAR • can tackle previously unknown problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning; mid-level programming (Python, C# or similar); fundamentals of experimental psychology
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• [2002] Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario. • [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.

		• [2012] Control of Upper Limb Prostheses: Terminology and Proportional Myoelectric ControlA Review, A. Fougner, Ø. Stavdahl, P. J. Kyberd, Y. G. Losier and P. A. Parker. • [2015] Michael R Tucker et al., Control strategies for active lower extremity prosthetics and orthotics: a review, JNER 12:1 • [2018] JA Spanias, AM Simon, SB Finucane, EJ Perreault and LJ Hargrove, Online adaptive neural control of a robotic lower limb prosthesis, J Neural Eng. 15(1) • [2020] Jacob Rosen and Peter Walker Ferguson (eds.), Wearable Robotics - Systems and Applications, Academic Press Elsevier • [2021] Michele Xiloyannis, Ryan Alicea, Anna-Maria Georgarakis, Florian L. Haufe, Peter Wolf, Lorenzo Masia and Robert Riener, Soft robotic suits: State of the art, core technologies and open challenges, IEEE Transactions on Robotics

1	**Modulbezeichnung** 47687	**Research Project on Intelligent Sensorimotor Systems** Research project on intelligent sensorimotor systems	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Simon Bachhuber Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel
5	**Inhalt**	Participants will work on individual research projects that are related to our current research in the fields of Modeling and Simulation of Dynamical Systems, Sensor Fusion, Hybrid AI, Dynamic Inference and Learning, Combining Systems and Control with Machine Learning for Prevention, Diagnosis and Treatment Solutions. Unlike a course with fixed contents, the project topics are defined individually based on current research questions and personal preferences and prerequisites. This research project is ideal for for a range of degree programs with 10 ECTS projects. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering internship/praktikum. All interested students are kindly asked to contact us by email.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Participants will • systematically analyze a complex research and create solution approaches • devise AI methods and develop algorithms that implement these methods • generate and analyze high-dimensional data set by simulations or experiments • create a versatile and well-documented solution tool chain • evaluate research results to derive precise conclusions • present their method, results and findings
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47599	**Seminar Biosignals in Rehabilitation Robotics** Seminar: Biosignals in rehabilitation robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: Biosignals in Rehabilitation Robotics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Claudio Castellini Marek Sierotowicz Fabio Egle Marc-Anton Scheidl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Claudio Castellini
5	**Inhalt**	In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals. Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	• [2002] Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario. • [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović. • [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener

Nebenfach Philosophie

1	**Modulbezeichnung** 75330	**Basismodul Philosophie** Basic module: Philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kombiseminar: Kant: Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Intellektuelle Tugenden (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Gedächtnis, Emotion, Identität - Eine Einführung in die Philosophie der Psychologie (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Albert Camus: Philosophische und literarische Texte (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Descartes, Meditationen über die erste Philosophie PS/MS (2 SWS) Kombiseminar: Platon, Gorgias PS/MS (2 SWS) Kombiseminar: Philosophy of Artificial Intelligence. An Introduction (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Aktuelle Fragen der Angewandten Ethik (PS/MS) (SWS) Kombiseminar: Moralische Rechte (PS/MS) (SWS)	- - - - - - - - -
3	Lehrende	PD Dr. Dagmar Kiesel Prof. Dr. Rosario La Sala Dr. Roberto Redaelli Ufuk Özbe	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Ernst
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens eines Teilbereiches der theoretischen oder praktischen Philosophie • Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der G
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • machen sich durch die Diskussion der Grundlagen und Grundfragen des jeweiligen Teilbereichs eingehend mit diesem vertraut • erwerben grundlegende Kenntnisse über die Entwicklung des betreffenden Teilgebiets in der Geschichte der Philosophie • erwerben die Fähigkeit komplexe philosophische Inhalte im Seminar zu präsentieren • lernen Hausarbeiten zu schreiben • erwerben im Rahmen des Textseminars die Fähigkeit zentrale Werke der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und eines der Grundkurse wird empfohlen

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation/Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation/Hausarbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Siehe UnivIS

1	**Modulbezeichnung** 75290	**Einführung in die Philosophie** Introduction to philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Philosophie (Propädeutik I), Gruppe 2 (SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Ernst
5	**Inhalt**	• Vermittlung von Arbeitstechniken wie Bibliographieren, Exzerpieren, Texte verfassen • Einweisung in die Benutzung der örtlichen Bibliotheken • Vermittlung eines ersten Überblicks in die verschiedenen Teilbereiche der Philosophie • Einführ
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben die Fähigkeit, die Arbeitsmittel und -techniken selbständig zu gebrauchen, die für ihr Philosophiestudium unerlässlich sind • erwerben grundlegende Kenntnisse der philosophischen Begrifflichkeit • lernen Texte auf ihre argumentative Struktur hin zu durchschauen und zu analysieren • gewinnen einen ersten Überblick über die verschiedenen Teilbereich der Philosophie
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Siehe UnivIS

1	**Modulbezeichnung** 75310	**Grundkurs Praktische Philosophie** Basic course: Practical philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Grundkurs Praktische Philosophie, Gruppe 2 (SWS) Tutorium: Tutorium Grundkurs Praktische Philosophie (2 SWS) Tutorium: Tutorium Grundkurs Praktische Philosophie (2 SWS) Übung: Übung zum GK Prakt. Philosophie (SWS)	- - - -
3	Lehrende	Ufuk Özbe	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Erasmus Mayr
5	**Inhalt**	• Vermittlung fundierter Grundlagen der Ethik • Systematische Diskussion von Termini wie Moral und Ethik, Autonomie, Glück, freier Wille, Gerechtigkeit • Vermittlung der Kenntnis verschiedener in der Geschichte der Philosophie vertretener Ansä
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlangen fundierte Kenntnisse über die Grundlagen und Grundprobleme der Ethik • erwerben Grundkenntnisse über die philosophiegeschichtliche Entwicklung der Ethik • werden in den systematischen Umgang und die Analyse mit zentralen historischen und zeitgenössischen Texten der Ethik eingeführt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Siehe UnivIS

Nebenfach Sinologie

1	**Modulbezeichnung** 76003	**Modernes Chinesisch 1** Modern Chinese 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: BA-1 Modernes Chinesisch I (Gruppe 1) (SWS)	-
3	Lehrende	Jingjing Zhang Mengyuan Tian	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andrea Bréard
5	**Inhalt**	Einführung in die chinesische Sprache und Schrift, wobei ein besonderer Akzent auf den aktiven Schriftzeichenerwerb gelegt wird, ohne die mündliche Kommunikation und die grundlegende Grammatik zu vernachlässigen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... ...beherrschen die Pinyin-Umschrift, ...sind zur einfachen Kommunikation befähigt, ...erwerben 300 Schriftzeichen und die in diesen 300Schriftzeichen enthaltenen Radikale, ...haben Sicherheit in den grundlegenden grammatischen Kenntnissen wie Ja-Nein-Fragen, W-Fragen, Possessivpronomen, Satzstellung, Attributpartikel de", Zahlen und Uhrzeiten, Verneinung, Modalverben etc.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Sinologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) mündlich (10 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (70%) mündlich (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 76012	**Modernes Chinesisch 2** Module 2: Modern Chinese 2	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andrea Bréard
5	**Inhalt**	Der aktive Schriftzeichenerwerb steht weiterhin im Zentrum, wobei mit fortschreitenden Lektionen mehr Themen und damit eine erweiterte Möglichkeit zur mündlichen Kommunikation angeboten werden sowie grammatische Kenntnisse mit zunehmendem Schwierigkeitsgrad zu bewältigen sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... ...erwerben aktiv weitere 300 Schriftzeichen (1. und 2.Semester bis zu 600 Schriftzeichen) und damit Vertrautheit mit den Strukturen der Schriftzeichen, wodurch ein schnelles Erkennen bei der Textlektüre gefördert wird, ...entwickeln eine grundlegende Lesefähigkeit, ...sind sicher im Umgang mit aufbauenden grammatischen Kenntnissen wie Positionswörtern, Verlauf einer Handlung, Vollendung eines Geschehens, präpositionale Konstruktion etc., ...besitzen die Kommunikationsfähigkeit zu erweiterten Themen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Sinologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (10 Minuten) Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (30%) Klausur (70%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 112 h Eigenstudium: 188 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 76052	**Modernes Chinesisch 3** Module 5: Modern Chinese 3	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: BA-3 Modernes Chinesisch III (6 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Jingjing Zhang Mengyuan Tian	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andrea Bréard
5	**Inhalt**	Es findet gezielter Sprachunterricht für Lesen, Schreiben, Hören und Verstehen statt. Der Unterricht ist auf eine Erweiterung des Wortschatzes und der grammatischen Kenntnisse ausgelegt. Die Förderung der Lesefertigkeit steht im Vordergrund. Die grundlegenden Lesetechniken wie intensives, kursorisches und selektives Lesen werden vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... ... erweitern ihren aktiven und passiven Wortschatz, ... sind sicherer im Umgang mit komplexen grammatischen Phänomenen wie Konjunktionen, Passiv, ba"-Konstruktion, Ergebnis-Komplimenten etc., ... bauen sukzessive Fertigkeiten beim Sprechen und Hören auf, ... übersetzen präzise progressionsadäquate Texte, ... verstehen kursorisch komplexe Texte.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Sinologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten) Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (30%) Klausur (70%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 76073	**Modernes Chinesisch 4** Modern Chinese 4	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andrea Bréard
5	**Inhalt**	Im Gegensatz zum bisherigen stark progressiv gestalteten Unterricht stehen Texte mit ausgewählten Themen im Vordergrund, um Hörverstehen, Lesen, Übersetzen, Diskutieren und Schreiben zu üben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... ...erwerben fortgeschrittene Lesefähigkeit, ...bündeln die vier Fertigkeiten Lesen, Schreiben, Hören und Verstehen, die bisher vorwiegend getrennt trainiert wurden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Sinologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 108 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

Nebenfach Ökonomie

1	**Modulbezeichnung** 74860	**Betriebliches Rechnungswesen I** Cost accounting I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebliches Rechnungswesen I (2 SWS, WiSe 2023) Übung: Übung 3 BRW I (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Ralf Pohl Tobias Mücke Jessica Doms	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 74810	**Betriebswirtschaftslehre I** Business administration I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung 3 BWL I (1 SWS) Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre I (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Lana Rauf Sebastian Klare Milena Störmer Prof. Dr. Matthias Fifka	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 74820	**Einführung in die Volkswirtschaftslehre** Introduction to economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Volkswirtschaftslehre (2 SWS, WiSe 2023) Übung: Übung 3 EVWL (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Johannes Paha Andreas Link Michelle Zerrahn Antonia Henneberger	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Allgemeine Elektrotechnik

1	**Modulbezeichnung** 96000	**Antennen** Antennae	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Antennen (2 SWS) Übung: Antennen Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Tim Pfahler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte) • Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen) • Linearantennen (Dipole, Linienquellen) • Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen) • Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzge-steuerte Arrays) • Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen) • Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektor-antennen) • Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika) • Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele) • Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns) • Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme) • Antennen-Messtechnik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden. • erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002. • Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

1	**Modulbezeichnung** 92520	**Elektromagnetische Felder I** Electromagnetic fields I	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Im ersten Teil der Vorlesung Elektromagnetische Felder" wird zuerst der Begriff Feld" eingeführt, die speziell damit verbundenen mathematischen Methoden und Aussagen sowie die zugrundeliegenden physikalische Konzepte. Anschließend wird die Formulierung der Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie aus Experimenten und theoretischen Überlegungen in heutiger mathematischer Darstellung nachvollzogen. Dabei werden historische und aktuelle Begriffsbildungen einander gegenübergestellt - Atombau der Materie und Relativität waren bei Aufstellung der Theorie noch nicht bekannt! Das Nachvollziehen des historischen Begriffsbildungs- und Erkenntnisprozesses erleichtert den Zugang zur Begrifflichkeit und mathematischen Formulierung der Theorie und damit deren Verständnis und Vorstellbarkeit". In Kenntnis von Atombau der Materie und Relativität präzisiert die aktuelle Darstellung die Begriffe, wodurch deren Zahl reduziert werden kann. Folgerungen aus der Theorie werden vorgestellt - insbesondere die Existenz elektromagnetischer Wellen und die Deutung von Licht als solcher. Exemplarisch werden wesentliche Eigenschaften eines technisch besonders relevanten Wellentyps - der ebenen harmonischen Welle - abgeleitet. Phänomene in Materie im elektromagnetischen Feld werden aus atomistischer Sicht behandelt, was - zusammen mit der Festlegung der Maßeinheiten - zur aktuellen Begriffsbildung und Formulierung der Maxwellschen Gleichungen (MG) führt. Daraus wird das Verhalten von Feldern an Materialübergängen abgeleitet. Als allgemeine Lösung der MG werden die elektromagnetischen Potentiale hergeleitet, ihre grundlegenden Eigenschaften erläutert und ihre Anwendung zur Lösung feldtheoretischer Fragestellungen dargestellt. Inhalt und Gültigkeitsbereich der Theorie werden diskutiert. Die Behandlung zeitlich konstanter elektrischer, magnetischer und Strömungsfelder - ihrer Entstehung und ihrer Eigenschaften - bildet den Abschluß des ersten Teils der Vorlesung. In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.

		Inhaltsübersicht: • Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung • Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie • Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen • Materie im Feld und Felder an Materialübergängen • Die Potentiale des elektromagnetischen Felds • Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie • Zeitunabhängige Felder, Teil 1
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären • Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen • Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen • die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen • Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen • grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben • Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben • Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissongleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen • den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage • Formelsammlung

1	**Modulbezeichnung** 92530	**Elektromagnetische Felder II** Electromagnetic fields II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektromagnetische Felder II (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektromagnetische Felder II (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Im zweiten Teil der Vorlesung Elektromagnetische Felder" wird zunächst die Behandlung zeitunabhängiger Felder fortgesetzt mit Aussagen zu Arbeit und Energie von Ladungen, Strömen und Feldern sowie mit der Gegenüberstellung spezieller Aussagen für zeitunabhängige Felder mit den allgemeingültigen Beziehungen. Beginnend mit dem Energietransport im elektromagnetischen Feld wird sodann der allgemeine Fall zeitlich veränderlicher Felder und deren Verhalten in oder an Materie behandelt. Phänomene zeitveränderlicher Felder unter verschiedenen Bedingungen, wie Wellenerscheinungen und Wellenausbreitung in unterschiedlichen Medien an Grenzflächen und Materialübergängen, bilden den Hauptteil des zweiten Teils der Vorlesung. In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung. Inhaltsübersicht: • Zeitunabhängige Felder, Teil 2 • Energietransport im elektromagnetischen Feld • Elektromagnetische Wellen in homogenen Medien • EM-Wellen: Arten und Eigenschaften • Kenngrößen von EM-Wellen und ihrer Ausbreitungsbedingungen • EM-Wellen an Materialübergängen: Reflexion und Brechung • EM-Wellen an Materialübergängen: Inhomogenitäten und reale Oberflächen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Drehmomente und Kräfte auf Ladungs- und Stromdichteverteilungen in homogenen und inhomogenen Feldern zu berechnen • das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken • Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben • das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden

		• die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen • den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen • die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben • die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen • Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen • die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen (beides über StudOn verfügbar) • Bei EMF II handelt es sich um den zweiten Teil einer zweisemestrigen Kursvorlesung. Literaturempfehlungen sind daher bereits in den Unterlagen zu EMF I aufgeführt und beschrieben.

1	**Modulbezeichnung** 624171	**EMV-Praktikum** Laboratory course: EMC	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: EMV-Praktikum (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedikt Kohlhepp Eva Schmidt Dr.-Ing. Daniel Kübrich Jeremias Kaiser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Das Praktikum findet im lehrstuhleigenen EMV-Labor statt mit Test- und Messgeräten, die auch in der Industrie Verwendung finden. Die Teilnehmer lernen dabei: • mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen • Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen • reproduzierbar und normgerecht zu messen • typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden • die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen • Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen Zur Erlangung des Scheins müssen 7 Versuche durchgeführt werden. Die Auswahl der Versuche wird mit den Betreuern abgestimmt. |Die Versuche im einzelnen:| • Funkstörspannungen • Netzfilter • Funkstörleistung • Rahmenantenne • E-Feld Messungen • Schirmumg • Kopplungen • Störempfindlichkeit (Surge, Burst) • Electrostatic Discharge (ESD)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreicher Teilnahme am EMV-Praktikum sind die Studierenden in der Lage • mit Messgeräten wie Spektrumanalysator und Messempfänger umzugehen • Emissionstests mit diversen Sensoren und Antennen durchzuführen • reproduzierbar und normgerecht zu messen • typische Störquellen und Ausbreitungswege der Störungen aufzufinden • die Effektivität verschiedener Entstörmaßnahmen einzuschätzen • Entstörbauelemente und Schirme sinnvoll einzusetzen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung |Elektromagnetische Verträglichkeit| • Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 96260	**Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS) Übung: Übungen zu Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Heinrich Milosiu Albert-Marcel Schrotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Heinrich Milosiu
5	**Inhalt**	• Transceiver-Architekturen • Hochfrequenzaspekte • Tranistoren und Technologien • Passive Bauelemente und Netzwerke • Rauscharme Vorverstärker • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen und Synthesizer • Messtechnische Grundlagen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Den Aufbau sowie Vor-und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen • Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren • Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen • Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden • Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer,Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92400	**Optische Übertragungstechnik** Optical communication systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	Kommerzielle Optische Kommunikationssysteme erreichen pro Faser Übertragungskapazitäten von mehreren Tbit/s. Im Labor wurden mehr als 100Tbit/s nachgewiesen. Die Realisierung derartiger Systeme setzt die Beherrschung verschiedenster Techniken der optischen Übertragungstechnik voraus. In der Vorlesung werden Techniken des Zeitbereichs - (TDM) und Wellenlängenmultiplex (WDM), aber besonders auch der Auslegung der Übertragungsstrecke (Link Design) auf der Basis entsprechender physikalischer und signaltheoretischer Grundlagen behandelt und vertieft. Dabei werden Verfahren besprochen, die sicherstellen, dass sowohl die Signalverzerrungen durch lineare und nichtlineare Fasereffekte als auch die Akkumulation des Verstärkerrauschens begrenzt bleiben. Es wird ausführlich die Systemoptimierung hinsichtlich des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) diskutiert sowie auf Techniken des Dispersions- und Nichtlinearitätsmanagements (z.B. Solitonenübertragung) eingegangen. Hierbei wird dem Themenkomplex einer optimalen Streckenauslegung besonders eingehend behandelt. In der Folge werden verschiedene, gebräuchliche Modulationsverfahren einschließlich kohärenter Übertragungsverfahren behandelt, die in neueren Systemen eingesetzt und in experimentellen Systemen getestet werden. Eine Besprechung optischer Verfahren zur Signalregeneration bildet die Brücke zu aktuellen eigenen Forschungsarbeiten. Die vermittelten Grundlagen werden in der Übung zur Vorlesung durch praxisnahe und anschauliche Simulationsbeispiele vertieft.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Konzeption und Struktur verschiedener optischer Übertragungssysteme. • können die Qualität optischer Datensignale im Kontext verschiedener Systemkonzepte vergleichen und bewerten • sind in der Lage Streckenauslegungen zu entwickeln und zu optimieren. • besitzen methodische Kenntnis zur Bestimmung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit optischer Übertragungsstrecken unter Einbeziehung aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Komponenten optischer Kommunikationssysteme hilfreich aber nicht obligatorisch
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997 Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001 Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002 Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

1	**Modulbezeichnung** 92610	**Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Das Modul beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Zunächst werden der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente behandelt. Als Basis hierzu werden der Skineffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Bestandteil. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, behandelt. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik 1-2 • Mathematik 1-3 • Werkstoffkunde • Elektromagnetische Felder I (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Frank Gustrau, Hochfrequenztechnik: Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik, Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 1. Auflage, 2011 [2] Zinke, 0., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 6. Auflage, 2000 [3] Meinke, H., Gundelach, F. W., Lange, K., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 5. Auflage, 1992 [4] Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988 [5] Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley & Sons, New York, 2. Auflage, 1998

1	**Modulbezeichnung** 92390	**Photonik 1** Photonics 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Photonik 1 Übung (2 SWS) Vorlesung: Photonik 1 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jasper Freitag Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	Es werden umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers behandelt. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen. • verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Ratengleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen. • können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen. • können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren. • verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente. • können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich: • Experimentalphysik, Optik • Elektromagnetische Felder • Grundlagen der Elektrotechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010. Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004. Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008. Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

1	**Modulbezeichnung** 92620	**Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik für EEI,ME,BP,INF,Math** Laboratory: Foundations of electrical engineering for EECE, ME, BP, CS, math	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum GET II für EEI (1 SWS, WiSe 2023) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik I (EEI, BPT) (1 SWS) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik III Kurs A (1 SWS) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik I für Mechatronik (0 SWS)	1,5 ECTS 1,5 ECTS 0,83 ECTS 0,83 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Dr.-Ing. Daniel Kübrich Daniel Andreas Helen Groll Christof Pfannenmüller Angelika Thalmayer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Christopher Beck
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Praktikums GET I werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Wickelkondensator 2. Magnetfeldmessung 3. Transformator 4. Schwingkreis Im Rahmen des Praktikums GET II werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Ohmsche Netze; Zweitore 2. Quelle und Last; reaktiver Zweipol; Bode-Diagramm 3. Schaltungssimulation 4. Nichtsinusförmige periodische Signale und Fourierreihen Im Rahmen des Praktikums GET III werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Einschwingvorgänge 2. nichtlineare Netzwerke 3. Messschaltungen 4. Brückenschaltung Die Dauer der einzelnen Versuche entspricht etwa der Dauer von 3-4 Vorlesungsstunden. Nähere Informationen zur Anmeldung und zur Gruppeneinteilung sind im Sekretariat des Lehrstuhls erhältlich bzw. werden am Ende der VL Grundlagen I besprochen. Für die erfolgreiche Teilnahme an den Versuchen wird ein Schein ausgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:

		• Messaufbauten mit den grundlegenden Messgeräten wie z.B. Multimeter, Sinusgenerator, Oszilloskop sowie deren Bedienung zu verstehen, • den inneren Aufbau von Kondensatoren und Transformatoren zu analysieren, indem sie einen Kondensator und einen Transformator selber herstellen, • einfache Schaltungen messtechnisch zu analysieren und deren Verhalten zu verstehen, • durch einen Vergleich von gemessenen und berechneten Ergebnissen den Einfluss von parasitären Eigenschaften zu verstehen, • den grundlegenden Umgang mit nichtsinusförmigen periodischen Signalen zu verstehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: • |Grundlagen der Elektrotechnik I| • |Grundlagen der Elektrotechnik II| • |Grundlagen der Elektrotechnik III|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 36 h Eigenstudium: 39 h
14	**Dauer des Moduls**	3 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zur Vorlesung |Grundlagen der Elektrotechnik I| • Unterlagen zur Vorlesung |Grundlagen der Elektrotechnik II| • R. Lerch: Elektrische Messtechnik, Springer, 5. Auflage • Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 95192	**Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1** Laboratory on microwave technology 1	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik Gruppe 2 (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Darstellung und Messung von HF-Signalen • Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung • Streuparametermessung • Netzwerkanalyse • Anpassungs-Transformatoren • Antennen und Strahlungsfelder • Nichtreziproke Bauelemente • HF-Resonatoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen. • analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten • erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000). Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

1	**Modulbezeichnung** 242643	**Praktikum Photonik/Lasertechnik 1** Laboratory course: Photonics/Laser technology 1	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jasper Freitag	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden zehn Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt: • *Geometrische Optik* - Fresnelgesetze - Chromatische Aberration • *Kohärente Optik* Beugung - Optische 2D-Fouriertransformation - Raumfilterung • *HeNe-Laser* - Aktives Medium - Anschwingbedingung - Spektrum • *Gaußstrahl* - TEM00 - Abbildung durch Linsen • *Laser-Resonatoren* - g-Parameter Stabilitätsbereich • *Strahlqualität* - Multimode-Laser - Strahlparameterprodukt - Strahlprofil-Kamera • *CO2-Laser* - Gitterabstimmung - Spektrallinien - Materialbearbeitung • *Laserdioden* - FP,DFB,LED - Kennlinien - Abstrahlung - Spektrum • *Faseroptik* - Fasertypen - Moden - Dämpfung • *Singlemodefasern* - Fusionsspleißen - Laser einkoppeln Durch das Praktikum können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Photonik 1, zu Lasern und Photonik durch vorlesungsbegleitende Experimente vertieft werden. Dies ist die Voraussetzung, um grundlegende laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen aufgrund praktischer Experimente Aufbau und Funktion grundlegender optischer, faseroptischer und photonischer Komponenten • können die genannten Komponenten und Systeme sowie Laser anwendungsnah handhaben und anwenden. • können photonische Messmethoden in der Praxis erproben und charakterisieren. • können durch praktische Erfahrung Eigenschaften unterschiedlicher Lichtwellenleiter und Laser vergleichen und einschätzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Photonik 1, kann auch parallel gehört werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010. Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004. Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008. Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

1	**Modulbezeichnung** 92640	**Praktikum Schaltungstechnik** Laboratory: Circuit technology	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: PR ST (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Manuel Koch Sascha Breun Sebastian Peters Fabian Michler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Das Praktikum ist aufgeteilt in fünf Versuche, die das theoretische Wissen über die analoge und digitale Schaltungstechnik vertiefen und besonders die Anwendung in der Praxis zeigen. 1) Bedienung der Messgeräte 2) Bipolar und MOSFET-Transistorschaltungen 3) Operationsverstärker-Anwendungen 4) Digitaltechnik 5) Analog-Digital-Umsetzung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studenten lernen, grundlegende elektronische Schaltungen zu simulieren, aufzubauen und zu vermessen und mit den Simulationsergebnissen zu vergleichen. Das Verständnis wird durch den praktischen Umgang mit Bipolar- und Feldeffekttransistoren sowie Operationsverstärkern vertieft. Des Weiteren werden digitale Schaltungen entworfen aufgebaut und verifiziert. Außerdem vermittelt der Umgang mit Analog-Digital und Digital-Analog-Umsetzern die Anwendung der Systemtheorie. Die Anwesenheit ist verpflichtend, da der Kompetenzerwerb im Umgang mit Messgeräten nur durch die Präsenz im Labor erlangt werden kann. Um die Sicherheit zu gewährleisten, ist die tägliche Teilnahme an den Unterweisungen zu den einzelnen Versuchen verpflichtend. Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studenten in der Lage: • Messaufbauten mit Messgeräten wie z.B. Multimeter, Signalgenerator, Oszilloskop im Zeit- und Frequenzbereich zu untersuchen, • den inneren Aufbau von Operationsverstärkern zu analysieren, indem dieser mit diskreten Transistorschaltungen aufgebaut wird, • komplexe Analogschaltungen mittels Simulationen und Messungen zu analysieren und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren, • durch einen Vergleich von gemessenen und simulierten Ergebnissen den Einfluss von parasitären Eigenschaften nachzuvollziehen, • komplexe logische Verknüpfungen zu vereinfachen und sie als Schal-tung aufzubauen und die Funktion zu überprüfen,

		• theoretische und messtechnische Zusammenhänge von Quantisierungsverhalten in Mixed-Signal-Schaltungen am Beispiel eines 8 Bit Analog-Digital-Umsetzers zu analysieren, • Filterentwurf und Aufbau am Beispiel eines Rekonstruktionsfilters für die Digital-Analog-Umsetzung durchzuführen und dessen Amplituden- und Phasengang zu bestimmen, • sich mit komplexen Fragenstellungen in Gruppenarbeit auseinander-zusetzen, • sich bei auftretenden Problemen mit weitergehender Literatur selbständig oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungsansätze zu er-arbeiten, • Simulations- und Messergebnisse sinnvoll zu dokumentieren und auf Plausibilität zu prüfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95610	**Werkstoffkunde für EEI** Materials science for EECE	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Werkstoffkunde für Studierende der Elektrotechnik (EEI) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann
5	**Inhalt**	Vorlesung Werkstoffkunde (EEI, 1. Semester) 1.Streifzug durch die Werkstoffkunde 2.Kristalle Aufbau der Materie, kristalline Ordnung, dichteste Kugelpackung, Kristallbaufehler 3.Kristallbindung & Phasendiagramme Typen von Atombindungen im Kristallgitterverband, Schmelz- und Zersetzungstemperaturen von reinen Stoffen, von binären und von ternären Systemen, Phasendiagramme von Legierungen 4.Mechanische Eigenschaften von Festkörpern Material-Kenngrößen, klassischer" Zugversuch und Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Plastische Verformung, Kriechverhalten, Rissbildung, Begriff der Härte. Ergänzung (kein Prüfungsstoff) Formgedächtnis-Legierung 5.Elektrische und Thermische Eigenschaften der Materie Grundlagen des elektrischen Ladungstransportes in Festkörpern, Mikroskopisches Bild des Ohmschen Gesetzes, elektrischer Transport in Metallen, Grundlagen des Wärmetransportes, Kühlung elektronischer Baugruppen 6.Metalle Elektrische Kabel und Leitungen, Lote, Kontakt- und Thermospannung, Peltiereffekt 7.Halbleiter Halbleiter-Grundlagen, Halbleitermaterial Silizium, Kristallzüchtung und Wafer-Herstellung, pn-Diode, µ-Elektronik, das Si-SiO2-Interface, Optoelektronik, Verbindungshalbleiter, Lichterzeugung, Lichtabsorption, Leucht- und Laserdiode, Glasfasern, Ergänzung (kein Prüfungsstoff) Farbdisplays, Amorphes und polykristallines Silizium für Solarzellen und TFTs, Photodiode und Solarzelle 8.Dielektrika Grundlagen, Materialkenngrößen, Materialklassen, Herstellungsverfahren, Isolatoren, Piezo- und Ferroelektrizität 9.Magnetismus Physikalische und materialwissenschaftliche Grundlagen, Materialien, Spulen und Transformatoren, Datenspeicherung 10.Supraleiter Physikalische Grundlagen, Tief- und Hochtemperatur-Supraleiter, Typische Materialien, Anwendungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Die Vorlesung des Lehrstuhls WW6 wird im Format "**Flipped Classroom**" durchgeführt (synchrone Lerneinheiten im Hörsaal & asynchrone Lerneinheiten über Studon: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_359194) Die (Teil-)Prüfung WW6 findet als **elektronische Klausur** (maximale Punktzahl = 300) statt. Die elektronische Klausur enthält teilweise Multiple Choice Fragen. Es gilt: Jede Antwortmöglichkeit wird bei richtiger Beantwortung mit der zugewiesenen Punktzahl bewertet; falsche Beantwortung geht innerhalb der Frage mit negativen Punkten ein. Es werden alle Punkte der Antwortmöglichkeiten addiert. Es gibt keine Negativpunkte für falsch markierte Aufgaben.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Für die Klausur können im Rahmen des Flipped-Classroom Konzeptes bis zu 30 **Bonuspunkte** für die Abschlussklausur erworben werden indem an 5 von 7 Präsenzterminen die Widerholungsfragen (= Kickoff-Polls) zum Beginn der Veranstaltung erfolgreich beantwortet werden (50-75% richtige Antworten: Bonus = 15 Punkte, >75% richtige Antworten: Bonus = 30 Punkte). Hinweis: Als Vorbereitung für die Kickoff-Polls in den Präsenzphasen wir die die Teilnahme am **eTutorium** (Kurs der Virtuellen Hochschule Bayern) empfohlen: https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp --> WS xx/xx --> Ingenieurwissenschaften --> Elektrotechnik/Elektronik und Informationstechnik --> Werkstoffkunde für die Elektrotechnik (bitte die Studiengang-Auswahl beachten !)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	P. Wellmann - Materialien der Elektronik und Energietechnik - Halbleiter, Graphen, Funktionale Materialien, Springer-Verlag

Automatisierungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 92580	**Grundlagen der Elektrotechnik III** Foundations of electrical engineering III	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrotechnik III (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik III (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Grundlagen der Elektrotechnik III (0 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Daniel Andreas Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik • Die Grundlagen des Messens • Fourier-Transformation • Laplace-Transformation • Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich • Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm • Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme • Operationsverstärker • Messverstärker • Messfehler • Messung von Gleichstrom und Gleichspannung • Ausschlagbrücken • Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/ Nichtlinear) ein. • wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an. • interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf. • kennen einfache Grundschaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren. • kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten. • analysieren Brückenschaltungen. • wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an. • reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Lehrbuch: Elektrische Messtechnik", R. Lerch, 7. Aufl. 2016, Springer-Verlag Übungsbuch: Elektrische Messtechnik Übungen", R. Lerch, M. Kaltenbacher, F. Lindinger, A. Sutor, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag

1	**Modulbezeichnung** 92347	**Mechatronic components and systems (MCS)**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	System thinking and integration - Interactions of hardware and software - Engineering design methods Mechanical components - Energy conductors and transformers - Control elements and energy storages Actuators - Electrodynamical and electromagnetic actuators - Fluid actuators and unconventional actuators • Sensors for measuring mechanical quantities • Control and information processing
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to: • Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing. • Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren. • Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design. • Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system. • Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. • Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer. • Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer

1	**Modulbezeichnung** 92241	**Modeling of Control Systems**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Modeling of Control Systems (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Ordinary differential equations as models of engineering processes • State space representation and linearisation • Control engineering models of mechanical systems • Control engineering models of chemical processes • Numerical methods for the solution of ordinary differential equations
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • explain how to derive models for engineering processes • develop models for the control of basic technical processes • develop models for complex mechanical systems • explain established models for basic chemical processes • discuss and evaluate methods for the numerical solution of ordinary differential equations
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

1	**Modulbezeichnung** 92529	**Nonlinear Control Systems** Nonlinear control systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002 • S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999 • A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995 • J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009 • J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991 • M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993 • M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons, 1995

1	**Modulbezeichnung** 94961	**Schätzverfahren in der Regelungstechnik** Modeling in control engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter- und Zustandsschätzung • Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung • Least Squares Schätzer via Projektionssatz • Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen • Kalman-Filter • Extended Kalman-Filter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann • erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra • können die vermittelten Ansätze im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module: • Regelungstechnik A (Grundlagen) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 92670	**Sensorik** Sensor technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Sensorik (2 SWS) Übung: Übung zu Sensorik (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Sensorik (0 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Matthias Voß Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tränkler, Hans-Rolf: "Sensortechnik - Handbuch für Praxis und Wissenschaft", 2. Aufl. 2014, Springer Vieweg Hering, Eckert: "Sensoren in Wissenschaft und Technik - Funktionsweise und Einsatzgebiete", 2. Aufl. 2018, Springer Fachmedien Wiesbaden Mitchell, H. B.: "Data fusion: concepts and ideas", 2012, Springer

Elektrische Energie- und Antriebstechnik

1	**Modulbezeichnung** 96511	**Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme** Operating materials and components for electrical energy supply systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (2 SWS) Übung: Übungen zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (2 SWS) Exkursion: Kurzexkursion zu Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (0 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Bernd Schweinshaut Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	"Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Betriebsmitteln und Komponenten elektrischer Energiesysteme. Als Einleitung bekommen die Studierenden einen Überblick über die Struktur und den Aufbau der elektrischen Energieversorgung. Anschließend werden die notwendigen Berechnungsgrundlagen für die Modellierung der Komponenten erläutert. Im Hauptteil werden die einzelnen Betriebsmittel der elektrischen Energieversorgung vorgestellt und auf die mathematische Modellierung ihres Verhaltens eingegangen. Des Weiteren wird auf die Kriterien zur Dimensionierung von kompletten Anlagen, Komponenten und einzelnen Betriebsmitteln eingegangen. Abschließend werden die aktuellen Entwicklungen in der Leistungselektronik und Speichertechnik vorgestellt und erläutert. Gliederung: 1. Einführung: Grundlagen elektrischer Energiesysteme 2. Berechnungsgrundlagen 3. Ersatzschaltungen und Kenndaten von Betriebsmitteln • Freileitungen • Kabel • Transformatoren • Generatoren • Lasten • Kompensationseinrichtungen 4. Aufbau und Komponenten von Schaltanlagen 5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln 6. Leistungselektronische Komponenten 7. Speicher
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere),

		• kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen, • verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten, • verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen, • wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an, • wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an, • wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und • können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010. • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

1	**Modulbezeichnung** 96521	**Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme** Operating performance of electrical energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	"Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Grundlagen des Betriebsverhaltens elektrischer Energiesysteme. Der Schwerpunkt liegt auf der Auslegung und dem Betrieb elektrischer Übertragungsnetze. Dabei wird sowohl auf die Transportaufgabe des Systems als auch auf die Erbringung von Systemdienstleistungen eingegangen (z.B. Frequenz- und Spannungsregelung). Zu Beginn bekommen die Studierenden einen Überblick über die Aufgaben der Systemanalyse von elektrischen Energieversorgungssystemen und es werden die notwendigen Grundlagen zur Durchführung von Netzberechnungen erläutert. Anschließend werden Netze im stationären Betrieb betrachtet. Hierfür wird die Methodik der Leistungsfluss- und der Kurzschlussstromberechnung erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Einfluss der Sternpunktbehandlung und Erdung eingegangen. Weiterhin wird die Thematik der Systemstabilität behandelt, welche die Polradwinkel-, Spannungs- und Frequenzstabilität elektrischer Energiesysteme beinhaltet. Abschließend wird auf die Leistungs-Frequenz-Regelung und die Spannungsregelung elektrischer Energiesysteme behandelt. *Gliederung*: 1. Aufgaben und Grundlagen der Systemanalyse 2. Grundlagen der Netzberechnung 3. Stationäre Netzberechnungen 4. Kurzschlussstromberechnung 5. Stabilität 6. Netzregelung und Systemführung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die typischen Netzstrukturen elektrischer Energiesysteme, • kennen die Grundlagen der Netzbetriebsführung, • verstehen das grundsätzliche Verhalten elektrischer Energiesysteme im gestörten und ungestörten Betrieb, • verstehen die Ursachen und Charakteristik von lokalen und überregionalen Ausgleichsvorgängen in elektrischen Energiesystemen, • wenden ingenieurwissenschaftliche Herangehensweisen zur Untersuchung realer Szenarien an, • analysieren die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenzhaltung, Spannungshaltung,

		Versorgungswiederaufbau und Betriebsführung) in Verbundsystemen, • analysieren systematisch das Systemverhalten mit Hilfe mathematischer Verfahren im stationären und dynamischen Betrieb, • analysieren Ursachen des Systemverhaltens anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb großer Verbundsysteme und • analysieren Konzepte zur Verbesserung des Systemverhaltens elektrischer Energiesysteme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung • Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009. • Herold: Elektrische Energieversorgung III und IV, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2003

1	**Modulbezeichnung** 96540	**Elektrische Antriebstechnik I** Electrical drives I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*1. Einleitung* Generelle Aspekte Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems *2. Grundlagen* 2.1 Motor und Lastmaschine 2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe *3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen* *4. Übersicht Drehstromantriebe* *5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)* 5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung 5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom 5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom *6. Netzgeführte Stromrichter* 6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe 6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe 6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis 6.2.2 Direktumrichter *7. Andere Topologien* 7.1 Matrixumrichter 7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine *8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)* 8.1 Blockschaltbild 8.2 Microcontroller 8.3 PLD, FPGA, ASIC 8.4 Zeitscheiben und Interrupt 8.5 Abtastung *9. Drehzahl- und Positionsgeber* 9.1 Analogtacho 9.2 Impulsgeber 9.3 Resolver
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel:* Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem. *Lernziele:* *Mechanik:* Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren

		antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen. *Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:* Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. *Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:* Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte. *Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an. *Weitere Topologien:* Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade. *Digitale Regelung:* Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. *Drehzahl- und Positionsgeber.* Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

1	**Modulbezeichnung** 96120	**Elektrische Antriebstechnik II** Electrical drives II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik II (1 SWS) Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik II (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Zidan Zhao Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Antriebstechnik II*| *Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)* *Regelung der Gleichstrommaschine* *U/f-Steuerung von Drehstromantrieben* *Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichtermotor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom *Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele |*Electrical Drives (Part II)*| *Control of speed-adjustable drives (overview)* *Closed-loop control for DC-drives* *V/f-control for three-phase AC-drives* *Closed-loop control for three-phase AC-drives:* field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current *Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung. *Lernziele:* *Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis. *Feldorientierte Regelung mit Geber:* Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus

		den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle. *Lagegeberlose Regelung:* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren. *Direct Torque Control:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte. *Digitale Feldbusse:* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen. Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 92542	**Grundlagen der elektrischen Energieversorgung** Fundamentals of electrical energy supply	**4 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Ausgehend von der Bedeutung und den Eigenschaften der elektrischen Energie wird der Aufbau von Energieversorgungssystemen beschrieben und die wichtigsten Systemelemente im Überblick vorgestellt. Die Grundlagen der Wechselstromtechnik werden erarbeitet und die gebräuchlichen Koordinatentransformationen für Dreiphasensysteme und ihre wechselseitigen Zusammenhänge behandelt. Mit ihrer Hilfe werden die Hauptelemente symmetrischer Drehstromnetzwerke transformiert und die Modellierung und Berechnung von Drehstromnetzen im symmetrischen und unsymmetrischen Betrieb vorgestellt. Ausführlich folgen die Leistungsverhältnisse in Elektroenergiesystemen als Grundlage für deren Auslegung und Betrieb, einschließlich nichtkosinusförmiger periodischer Dreiphasensysteme. Den Abschluß bilden Fragen der wirtschaftlichen elektrischen Energieversorgung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können grundlegende und praxisnahe Herausforderungen der elektrischen Energieversorgung einschätzen und die Zusammenhänge über die technischen Grundlagen und Begrifflichkeiten erläutern. Sie bauen auf ihren Vorkenntnissen (aus Grundlagen der Elektrotechnik) auf und können die Berechnungsgrundlagen für die elektrische Energieversorgung anwenden. Sie sind in der Lage, die notwendigen physikalischen Grundlagen, mathematischen Verfahren und Werkzeuge anhand von praxisnahen Beispielen darzustellen und anzuwenden: • Übergang vom Wechselstrom- zum Drehstromsystem mit Berechnung der verschiedenen Leistungsarten in ein- und dreiphasigen Systemen • Betriebsmöglichkeiten hybrider Systeme • Vier- und Achtpoltheorie sowie unterschiedlicher Modaltransformationen, um symmetrische und unsymmetrische Betriebszustände in Drehstromsystemen zu analysieren • Berechnungsverfahren zur Kenngrößenbestimmung von Leitungen Weiterhin können die Studierenden Grundkenntnisse und Berechnungsverfahren für alle relevanten Betriebsmittel und Komponenten der elektrischen Energieversorgung anwenden. Sie können die Grundzüge der elektrischen Energiewirtschaft und Netzbetriebsführung erklären und die wirtschaftlichen und operativen

		Prozesse in der Elektrischen Energieversorgung einordnen. Damit sind sie in der Lage, ihr Wissen in weiterführendenden energietechnischen Vorlesungen auszubauen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • Herold, Gerhard: Elektrische Energieversorgung I. Drehstromsysteme - Leistungen - Wirtschaftlichkeit. 3. Aufl. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2011 - 400 Seiten. ISBN 3-935340-69-9

1	**Modulbezeichnung** 92560	**Grundlagen der Elektrotechnik I** Foundations of electrical engineering I	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung GET I (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	Gregor Hofmann Prof. Dr. Bernd Witzigmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Diese Vorlesung bietet einen Einstieg in die physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik. Ausgehend von beobachtbaren Kraftwirkungen zwischen Ladungen und zwischen Strömen wird der Begriff des elektrischen und magnetischen Feldes eingeführt. Mit den daraus abgeleiteten integralen Größen Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität und Induktivität wird das Verhalten der passiven Bauelemente diskutiert. Am Beispiel der Gleichstromschaltungen werden die Methoden der Netzwerkanalyse eingeführt und Fragen nach Wirkungsgrad und Zusammenschaltung von Quellen untersucht. Einen Schwerpunkt bildet das Faradaysche Induktionsgesetz und seine Anwendungen. Die Bewegungsinduktion wird im Zusammenhang mit den Drehstromgeneratoren betrachtet, die Ruheinduktion wird sehr ausführlich am Beispiel der Übertrager und Transformatoren diskutiert. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die Behandlung zeitlich periodischer Vorgänge. Die komplexe Wechselstromrechnung bei sinusförmigen Strom- und Spannungsformen wird ausführlich behandelt. 1. Physikalische Grundbegriffe 2. Das elektrostatische Feld 3. Das stationäre elektrische Strömungsfeld 4. Einfache elektrische Netzwerke 5. Das stationäre Magnetfeld 6. Das zeitlich veränderliche elektromagnetische Feld 7. Wechselspannung und Wechselstrom
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • den Begriff des Feldes zu verstehen, • Gleich- und Wechselstromschaltungen mit Widerständen, Kapazitäten, Induktivitäten und Transformatoren zu entwickeln, • Schwingkreise und Resonanzerscheinungen zu analysieren, • Energie- und Leistungsberechnungen durchzuführen, • Schaltungen zur Leistungsanpassung und zur Blindstromkompensation zu bewerten, • das Drehstromsystem zu verstehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• M. Albach, Elektrotechnik, Pearson Verlag • Manfred Albach: Grundlagen der Elektrotechnik I und II, Pearson-Verlag • Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage • Optional: Übungsbuch, Pearson-Verlag

1	**Modulbezeichnung** 92570	**Grundlagen der Elektrotechnik II** Foundations of electrical engineering II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung stellt den zweiten Teil einer 3-semestrigen Lehrveranstaltung über Grundlagen der Elektrotechnik für Studierende der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik im Grundstudium dar. Inhalt ist die Analyse elektrischer Grundschaltungen und Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen bei sinus- und nichtsinusförmiger harmonischer Erregung. Nach kurzer Einführung in die komplexe Wechselstromrechnung und den Umgang mit elementaren elektrischen Bauelementen werden zunächst Spannungs- und Stromquellen und ihre Zusammenschaltung mit einer Last sowie die Leistungsübertragung von der Quelle zur Last betrachtet. Nach Herleitung und beispielhafter Anwendung von Methoden und Sätzen zur Berechnung und Vereinfachung elektrischer Schaltungen (Überlagerungssatz, Reziprozitätstheorem, äquivalente Schaltungen, Miller-Theorem etc.) werden zunächst 2-polige Netzwerke analysiert und in einem weiteren Kapitel dann allgemeine Verfahren zur Netzwerkanalyse wie das Maschenstromverfahren und das Knotenpotenzialverfahren behandelt. Die Berechnung der verallgemeinerten Eigenschaften von Zweipolfunktionen bei komplexen Frequenzen führt im verlustlosen Fall zur schnellen Vorhersagbarkeit des Frequenzverhaltens und zu elementaren Verfahren der Schaltungssynthese. Der nachfolgende Teil über mehrpolige Netzwerke konzentriert sich nach der Behandlung von allgemeinen Mehrtoren auf 2-Tore und ihr Verhalten, ihre verschiedenen Möglichkeiten der Zusammenschaltung und die zweckmäßige Beschreibung in verschiedenen Matrixdarstellungen (Impedanz-, Admittanz-, Ketten-, Hybridmatrix). Das Übertragungsverhalten von einfachen und verketteten Zweitoren wird am Beispiel gängiger Filterarten durchgesprochen und das Bode-Diagramm zur schnellen Übersichtsdarstellung eingeführt. Nach allgemeiner Einführung der Fourierreihenentwicklung periodischer Signale wird die Darstellung von nicht sinusförmigen periodischen Erregungen von Netzwerken mittels reeller und komplexer Fourierreihen und die stationäre Reaktion der Netzwerke auf diese Erregung behandelt. Als mögliche Ursache für nichtsinusförmige Ströme und Spannungen in Netzwerken werden nichtlineare Zweipole mit ihren Kennlinienformen vorgestellt und auf die Berechnung des erzeugten Oberwellenspektrums eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden

		• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Umformung, Analyse und Synthese von einfachen und umfangreicheren Netzwerken bei sinus- und nichtsinusförmiger Erregung in komplexer Darstellung. • können die im Inhalt beschriebenen Verfahren und Methoden der Netzwerkanalyse erklären und auf Schaltungsbeispiele anwenden. • können Verfahren der Netzwerkanalyse hinsichtlich des Rechenaufwandes beurteilen und vergleichen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik 1 • Mathematik I • Mathematik II (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Elektrotechnik, Albach, M., 2011. Grundlagen der Elektrotechnik - Netzwerke, Schmidt, L.-P., Schaller, G., Martius, S., 2013. (bisher: Grundlagen der Elektrotechnik 3, Schmidt, L.-P., Schaller, G., Martius, S., 2006.

1	**Modulbezeichnung** 96240	**Hochspannungstechnik** High-voltage engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochspannungstechnik (2 SWS) Übung: Übungen zu Hochspannungstechnik (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dieter Braisch Stephan Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik • wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an • analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen • verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe • entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen • analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen • unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung • verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik • Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur vorelsung • Küchler, Andreas: Hochspannungstechnik: Grundlagen - Technologie - Anwendungen, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2017 • Hilgarth, Günther: Hochspannungstechnik mit 46 Beispielen, 2. überarb. und erw. Aufl., Teubner Verlag, Stuttgart, 1992

1	**Modulbezeichnung** 96360	**Planung elektrischer Energieversorgungsnetze** Planning of power grids	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (2 SWS) Vorlesung: Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Johann Jäger Jonathan Löbel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet. Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze, • verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen, • analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen, • verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung, • verstehen die Koordination des Netzschutzes, • analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und • wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zur Vorlesung • Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016

1	**Modulbezeichnung** 96390	**Regenerative Energiesysteme** Renewable energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Regenerative Energiesysteme (2 SWS) Übung: Übungen zu Regenerative Energiesysteme (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Johann Jäger Timon Conrad	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie. Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Arten regenerativer Energiesysteme, • kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und • verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96420	**Schutz- und Leittechnik** Protection and control technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	"Schutz- und Leittechnik" behandelt die Grundlagen der Schutztechnik für die elektrische Energieversorgung und Teilgebiete der Leittechnik. Schutztechnik ist ein unverzichtbarer Bestandteil der elektrischen Energieversorgung. Ohne Schutztechnik wird kein energietechnische Anlage weltweit in Betrieb genommen. Zunächst werden mögliche fehlerfreie und fehlerbehaftete Netzzustände im Hinblick auf die Verarbeitung in den Schutzgeräten analysiert und analytisch beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten Schutzkriterien und algorithmen ohne und mit inhärenter Fehlerortselektivität besprochen und technisch bewertet. Die Schutzgerätetechnik fasst unterschiedliche Schutzkriterien zusammen und passt die Funktionalität an die vorherrschenden Netzverhältnisse an. Darauf aufbauend werden Schutzkonzepte für unterschiedliche Netzstrukturen und die Bedeutung der Koordination der Schutzgeräte untereinander aufgezeigt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der Schutztechnik, • verstehen die Grundlagen der Leittechnik, • verstehen die verschiedenen Methoden der Schutztechnik, • analysieren fehlerfreie und fehlerbehaftete Betriebszustände im System im Hinblick auf die Verarbeitung in Schutzgeräten, • analysieren die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen und • kennen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Schutztechnik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96480	**Thermische Kraftwerke** Thermal power plants	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Es wird das gesamte Spektrum der Wärmekraftwerke sowohl regenerativer als auch fossiler und nuklearer Primärenergiequellen behandelt. Dazu gehören die thermischen Prozesse zur Energieumwandlung in einem Biomassekraftwerk ebenso wie die in einem Braunkohlekraftwerk. Grundlage dafür ist die technische Thermodynamik. Diese dient der Beschreibung der Umwandlungsprozesse von thermischer in mechanische Energie durch die Analyse der unterschiedlichen Erscheinungsformen von Energie und deren Verknüpfungen in Energiebilanzgleichungen. Anschließend werden die physikalischen Eigenschaften so wie die technischen und mathematischen Modelle unterschiedlicher Kraftwerksprozesse und typen besprochen. Das Verständnis zur Prozessoptimierung steht dabei im Vordergrund. Weiterhin werden die Grundprinzipien der Kraftwerkstechnik sowie die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Möglichkeiten zur Nutzung von Primärenergie, • kennen verschiedene thermische Prozesse, • verstehen Kreisprozesse in technischen Anlagen, • verstehen die Grundlagen der Thermodynamik in Bezug auf thermische Kraftwerke, • verstehen die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz, • analysieren anhand mathematischer Berechnungsmethoden die Umwandlungsprozesse in thermischen Kraftwerken und • analysieren die Methoden der Prozessoptimierung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 93500	**Digitale Signalverarbeitung** Digital signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Digitale Signalverarbeitung (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Digitale Signalverarbeitung (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	The course assumes familiarity with basic theory of discrete-time deterministic signals and linear systems and extends this by a discussion of the properties of idealized and causal, realizable systems (e.g., lowpass, Hilbert transformer) and corresponding representations in the time domain, frequency domain, and z-domain. Thereupon, design methods for recursive and nonrecursive digital filters are discussed. Recursive systems with prescribed frequency-domain properties are obtained by using design methods for Butterworth filters, Chebyshev filters, and elliptic filters borrowed from analog filter design. Impulse-invariant transform and the Prony-method are representatives of the considered designs with prescribed time-domain behaviour.For nonrecursive systems, we consider the Fourier approximation in its original and its modified form introducing a broad selection of windowing functions. Moreover, the equiripple approximation is introduced based on the Remez-exchange algorithm. Another section is dedicated to the Discrete Fourier Transform (DFT) and the algorithms for its fast realizations ('Fast Fourier Transform'). As related transforms we introduce cosine and sine transforms. This is followed by a section on nonparametric spectrum estimation. Multirate systems and their efficient realization as polyphase structures form the basis for describing analysis/synthesis filter banks and discussing their applications. The last section is dedicated to investigating effects of finite wordlength as they are unavoidable in any realization of digital signal processing systems. A corresponding lab course on DSP will be offered in the winter term.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter • wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit • verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren • verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiratensystemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an

		• kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an The students • analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters • apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance • understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals • understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks • know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:* *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975. *3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	**Modulbezeichnung** 93510	**Digitale Übertragung** Digital communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren. Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors, • ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung, • charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum, • ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren, • entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, • vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität, • entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92720	**Hochfrequenztechnik** Microwave technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hochfrequenztechnik (2 SWS) Übung: Hochfrequenztechnik Übung (2 SWS) Tutorium: Hochfrequenztechnik Tutorium (2 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Lukas Engel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen. • lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000). Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

1	**Modulbezeichnung** 96310	**Image and Video Compression** Image and video compression	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling *Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding *Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards *Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization *Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM) *Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts *Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding *Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats *Image Coding Standards* JPEG and JPEG2000 *Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding *Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal • unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten • verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten

		• berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer) • bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren • wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an • verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen • beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe • analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale • kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression. The students • visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal • differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding • understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data • determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization) • determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor • apply prediction and quantization for a common DPCM system • understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation • describe the principles of the human visual system for brightness and color • analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals • know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	J.-R. Ohm, Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	**Modulbezeichnung** 93601	**Information Theory and Coding /** **Informationstheorie und Codierung** Information theory and coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Information Theory and Coding (1 SWS) Vorlesung: Information Theory and Coding (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix 2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality 3. Inference: inverse probability, statistical inference 4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers 5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding 6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform 7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma 8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity 9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels 10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel 11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything 12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm 13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm 14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth 15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression -- 1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix 2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung 3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz 4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen 5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung

		6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation 7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma 8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität 9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanaäle 10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals 11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist 12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus 13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus 14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang 15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life. The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding. For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity. They calculate these quantities for memoryless sources and channels. The students proof both the source coding and the channel coding theorem. The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity. The students apply source compression methods to measure mutual information. The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables. The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance. They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing. The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everydays life. The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution. The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression. -- Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.

		Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung. Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguäre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression iin den Frequenzbereich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	**Modulbezeichnung** 92290	**Kommunikationsnetze** Communication networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Kommunikationsnetze (2 SWS) Vorlesung: Kommunikationsnetze (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kränzler Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen* OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen * Datenübertragung von Punkt zu Punkt* Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten *Zuverlässige Datenübertragung* Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ *Vielfachzugriffsprotokoll* Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren *Routing* Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen *Warteraumtheorie* Modell und Definitionen, Littles Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume *Systembeispiel Internet-Protokoll* Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) *Multimedianetze* Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen • unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit • analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz • unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze

		• abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung • verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten • kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	M. Bossert, M. Breitbach, Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

1	**Modulbezeichnung** 92681	**Signale und Systeme I** Signals and systems 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zu Signale und Systeme I (TUTSISY I) (1 SWS) Vorlesung: Signale und Systeme I (2 SWS) Übung: Übung zu Signale und Systeme I (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Maximiliane Gruber Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Frank Sippel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Kontinuierliche Signale* Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation *Fourier-Transformation* Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen *Laplace-Transformation* Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen *Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich* Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalform *Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich* Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich *Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen* Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand *Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen* Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass *Kausalität und Hilbert-Transformation* Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal *Stabilität und rückgekoppelte Systeme* Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme *Abtastung und periodische Signale* Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich

6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Die Studierenden* • analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen • beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Grundlagen der Elektrotechnik I+II" *oder* Module Einführung in die IuK" sowie Elektronik und Schaltungstechnik"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie", Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92682	**Signale und Systeme II** Signals and systems 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Diskrete Signale* Elementare Operationen und Eigenschaften, spezielle diskrete Signale, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation *Zeitdiskrete Fourier-Transformation (DTFT)* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse zeitdiskrete Fourier-Transformation, Eigenschaften und Sätze *Diskrete Fourier-Transformation (DFT)* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, Eigenschaften und Sätze,Faltung mittels der diskreten Fourier-Transformation, Matrixschreibweise, schnelle Fourier-Transformation (FFT) *z-Transformation* Definition, Beispiele, Korrespondenzen, inverse z-Transformation, Eigenschaften und Sätze *Diskrete LTI-Systeme im Zeitbereich* Beschreibung durch Impulsantwort und Faltung, Beschreibung durch Differenzengleichungen, Beschreibung durch Zustandsraumdarstellung *Diskrete LTI-Systeme im Frequenzbereich* Eigenfolgen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich *Diskrete LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen* Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und ideale Bandpässe, idealer Differenzierer *Kausale diskrete LTI-Systeme und Hilbert-Transformation* Kausale diskrete LTI-Systeme, Hilbert-Transformation für periodische Spektren, analytisches Signal und diskreter Hilbert-Transformator *Stabilität diskreter LTI-Systeme* BIBO-Stabilität, kausale stabile diskrete Systeme, Stabilitätskriterium für Systeme N-ter Ordnung *Beschreibung von Zufallssignalen* Erwartungswerte, stationäre und ergodische Zufallsprozesse, Autokorrelations- und Korrelationsfunktion, Leistungsdichtespektrum, komplexwertige Zufallssignale *Zufallssignale und LTI-Systeme* Verknüpfung von Zufallssignalen, Reaktion von LTI-Systemen auf Zufallssignale, Wienerfilter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation

		• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen • bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen • beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96430	**Statistical Signal Processing** Statistical signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zur statistischen Signalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Statistische Signalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Annika Briegleb Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are: *Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain* Random variables (RVs), probability distributions and densities, expectations of random variables, transformation of RVs, vectors of normally distributed RVs, time-discrete random processes: probability distribution and densities, expectation, stationarity, cyclostationarity, ergodicity, correlation functions and correlation matrices, spectral representations, principal component analysis (PCA), Karhunen-Loève transform (KLT). *Estimation theory* estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound *Linear signal models* Parametric models (cepstral decomposition, Paley-Wiener theorem, spectral flatness), non-parametric models (all-pole, all-zero and pole-zero models, lattice structures, Yule-Walker equations, PARCOR coefficients, cepstral representation) *Signal estimation* Supervised estimation, problem classes, orthogonality principle, MMSE estimation, linear MMSE estimation for normally distributed random processes, optimum FIR filtering, optimum linear filtering for stationary processes, prediction and smoothing, Kalman filters, optimum multichannel filtering (Wiener filter, LCMV, MVDR, GSC) *Adaptive filtering* Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior *Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich* Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklostationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; Principal Component Analysis, Karhunen-Loeve Transformation; *Schätztheorie*

		Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke *Lineare Signalmodelle* Parametrische Modelle (Cepstrale Zerlegung, Paley-Wiener Theorem, Spektrale Glattheit); Nichtparametrische Modelle: Allpole-/Allzero-/ Pole-zero-(AR/MA/ARMA) Modelle; Lattice-Strukturen, Yule-Walker Gleichungen, PARCOR-Koeffizienten, Cepstraldarstellungen; *Signalschätzung* Überwachte Signalschätzung, Problemklassen; Orthogonalitätsprinzip, MMSE-Schätzung, lineare MMSE-Schätzung für Gaußprozesse; Optimale FIR-Filter; Lineare Optimalfilter für stationäre Prozesse; Prädiktion und Glättung; Kalman-Filter; optimale Multikanalfilterung (Wiener-Filter, LCMV, MVDR, GSC); *Adaptive Filterung* Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • analyze the statistical properties of random variables, random vectors, and stochastic processes by probability density functions and expectations as well as correlation functions and matrices and their frequency-domain representations • know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes • understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation • analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems • evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators. Die Studierenden • analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen • kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen • verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung • analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;

		• evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module Signale und Systeme I und Signale und Systeme II, Digitale Signalverarbeitung oder gleichwertige
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch) D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House, 2005 (englisch)

Mikroelektronik

1	**Modulbezeichnung** 96500	**Analoge elektronische Systeme** Analogue electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Analoge elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Analoge elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Christof Pfannenmüller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Feldeffekttransistor • Verstärker, Leistungsverstärker • Nichtlinearität und Verzerrung • Filtertheorie • Realisierung von Filtern • Intrinsisches Rauschen (Konzepte) • Physikalische Rauschursachen • Rauschparameter • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen (PLLs)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Analogschaltungen zu erklären • Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne • Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen • Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten • Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen • Die Studierenden sind in der Lage komplexe Analogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren • Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang • Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen • Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern • Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren • Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren • Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96590	**Entwurf integrierter Schaltungen I** Design of integrated circuits I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS) Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler Florian Deeg Tobias Rumpel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Es wird in die Grundlagen des integrierten digitalen Schaltungsentwurfes auf Basis von CMOS eingeführt. Ausgehend vom MOS Transistor wird die Complementäre Logik erklärt und auf gängige statische und dynamische Schaltelemente und ihre Erweiterungen auf hochintegrierte Schaltungen bis 0.13µm eingegangen. • Digitaler IC Entwurf für Deep Submicron • MOS Transistor • Herstellung, Layout und Simulation • MOS Inverterschaltung • Statische CMOS Gatter-Schaltungen • Entwurf von Logik mit hoher Schaltrate • Transfer-Gatter und dynamische Logik • Entwurf von Speichern • Zusätzliche Themen des Speicherentwurfs Content It introduces students to the basics of digital integrated circuit design in CMOS. Starting from the MOS transistor, complementary logic is explained. Common static and dynamic switching elements are discussed as well as their extensions to large scale integrated circuits (0.18µm-0.13µm). • Deep Submicron Digital IC Design • MOS Transistor • Fabrication, Layout and Simulation • MOS Inverter Circuits • Static CMOS Gate-Circuits • Design of Logic with High Switching Rate • Transfer-Gates and Dynamic Logic • Design of Memory • Additional Topics of Memory Design
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden gewinnen einen Überblick über existierende Integrationstechnologien und Entwurfsmethodiken für Integrierte Schaltungen in 0,18µm und 0,13µm CMOS. Dabei verstehen die Studierenden auch die Zusammenhänge zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung.

		Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten. Learning objectives and competencies: Understand • gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18µm-0.13µm), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing. Evaluate (Assess) • Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literatur: D. A. Hodges, H. G. Jackson, R. A. Saleh, Analysis and Design of Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 3rd Ed 2004

1	**Modulbezeichnung** 96600	**Entwurf Integrierter Schaltungen II** Design of integrated circuits II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Die Vorlesung behandelt formalisierte Methoden für den Entwurf kombinatorischer Schaltungen. Schwerpunkt liegt auf einer grundlagenorientierten Darstellung der verwendeten Definitionen und Algorithmen, damit eine Übertragung auf und Anwendung in andere Wissensgebiete erleichtert wird. • Einführung • Zielstellung beim Entwurf binärer Systeme • Beschreibungen kombinatorischer Systeme • Darstellung Boolescher Funktionen • Normalformen • Automatenbasierte Komposition • Überdeckungstabelle • Dynamische Operationen • Ableitung nach der Zeit • Schaltungtechnische Realisierung kombinatorischer Systeme • Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen • Strukturierte Datenanalyse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Anwenden • Die Studierenden wenden Kenntnisse über den automatisierten Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme an und lernen verschiedende Verfahren zum automatisierten Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken kennen. Erschaffen • Sie Studierenden sind in der Lage den Entwurfsfluss von der Spezifikation bis zum Test von digitalen Schaltungen zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Digitaltechnik oder Technische Informatik I, o.ä.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zander, Logischer Entwurf binärer Systeme VEB Verlag Technik, Berlin 1989

1	**Modulbezeichnung** 96180	**Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten** Design and characterisation of high speed digital circuits	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Beim Entwurf von Schaltungen für hohe Datenraten oder hohe Frequenzen auf Leiterplattenebene, aber auch in integrierten Schaltungen, kann man schaltungstechnisch alles richtig machen - aber die Schaltung funktioniert trotzdem nicht recht! Häufiger Grund ist mangelnde Signalintegrität: Signaleigenschaften werden beim Durchlaufen der Signalpfade unzulässig beeinträchtigt. Gliederung Die Veranstaltung behandelt Aspekte des Schaltungsentwurfs, die entscheidend sind für die Erzielung funktionsnotwendiger Signalqualität auf Schnittstellen und Verbindungselementen. Nach Einführung der notwendigen theoretischen Grundlagen werden diese auf konkrete Fragestellungen unter gegenwärtigen technologischen Randbedingungen angewendet. Signalpfade und Leistungsversorgung werden unter Gesichtspunkten der Signalintegrität analysiert und Entwurfsregeln abgeleitet. Meß-, Charakterisierungs- und Prüfverfahren werden erläutert und geeignete Modelle für Simulationen untersucht. 1 Signaleigenschaften Begriffe und Definitionen, Kenngrößen eines Datensignals, Flankenübergangszeit und Bandbreite, Leistungsdichtespektrum eines Datensignals, Jitter: Maße und Komponenten, Augendiagramm, Bitfehlerrate und die Badewannenkurve" 2 Signalquellen und Lasten Impedanz und Leistungsübertragung, Zeitmittelwerte 3 Leitungen: Eigenschaften Begriffe, Leitungsmodell für Zweileiteranordnung, Ausbreitungskoeffizient und Leitungswellenwiderstand, Frequenzabhängigkeiten von Dämpfungsbelag, Phasenlaufzeitbelag und Wellenwiderstand 4 Leitungen und Signalintegrität Auswirkung der Frequenzabhängigkeiten auf Form von Datensignalen, Reflexion und ihre Auswirkung auf Datensignale, Signallaufdiagramm bei Verzweigungen, Entwurf von Verzweigungen ohne Signalbeeinträchtigung, Analyse von Signalpfaden: Reflektometrie im Zeit- und Frequenzbereich, Systemstruktur und Systemantwort, Signaturen verschiedener Störstellen im Wellenwiderstandsprofil und ihre Auswirkung im Augendiagramm 5 Leitungen: Material und Oberfläche Charakteristika von Dielektrika und Leitern, Leitungsquerschnitte in Kabeln, Leiterplatten und integrierten Schaltungen, relative Permittivität

		und Verlustmechanismen, Messung dielektrischer Eigenschaften, scheinbare" relative Permittivität und Entwurfsperspektiven, Einfluß der Rauhigkeit von Leiteroberflächen 6 Leiterplatten Leiterplatten als Schaltungsbestandteil, Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten, Durchkontaktierungen und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität, Varianten für hohe Frequenzen und Datenraten, Materialien und Eigenschaften, Inhomogenität und Anisotropie, Herausforderungen bei Leiterplatten für hohe Datenraten 7 Integrierte Schaltungen Gattereigenschaften: Schaltleistung und Schaltzeiten, Auswirkung der Schaltzeit auf Signalintegrität, Leitungen in integrierten Schaltungen, Laufzeitverhalten, Fehlermodelle bei hohen Datenraten, IC-Gehäuse und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität 8 Leistungsversorgung Signalintegrität und Versorgungsspannung: Zeitverlauf des Leistungsbedarfs synchroner Schaltungen, Lastwechselreaktion Simultaneous Switching Noise": Modell und quantitative Behandlung, Entwurf von Entkopplungsnetzwerken
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen Fachkompetenz Wissen • wesentliche Kenngrößen eines Datensgnals nennen • Begriff Jitter" abgrenzen • Jitterkomponenten erläutern • wesentliche Leiterplattenmaterialklassen und deren relevante Kenngrößen nennen Verstehen • Augendiagramm und Badewannenkurve" interpretieren und beurteilen • Zweileiter-Leitungsmodell erläutern und zugehörige Begriffe definieren • Reflexion an Störstellen qualitativ und quantitativ beschreiben • relevante Materialeigenschaften von Dielektrika und Leitern angeben und erklären und Meßverfahren dafür beschreiben • Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten beschreiben Anwenden • Flankenübergangszeit und Bandbreite ineinander umrechnen • Entwurfsregeln für Signalintegrität anwenden • Flankenübergangszeit und Signalpfadbandbreite für Datenrate geeignet auslegen Analysieren • Frequenzabhängigkeiten von Leitungsparametern begründen und deren Auswirkung auf Form von Datensignalen diskutieren • Leitungsverhalten von LC- / RC-Leitungen gegenüberstellen Evaluieren (Beurteilen) • Jitterkomponenten anhand der Jitterverteilung ermitteln

		• verschiedene Ausbildungen von Durchkontaktierungen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Signalintegrität bewerten • IC-Gehäuse hinsichtlich ihrer Eignung für hohe Datenraten / Frequenzen beurteilen Erschaffen • Signalpfade und Topologien für hohe Datenraten / Frequenzen konzipieren • Entkopplungsnetzwerke gezielt für bestehende Anforderungen entwerfen Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden: • Meß- und Charakterisierungsverfahren zielgerichtet anwenden und Ergebnisse differenziert interpretieren • Belange der Signalintegrität beim Systementwurf erkennen und berücksichtigen Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: (keine) Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Übungsaufgabenstellungen gemeinsam in Kleingruppen lösen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92521	**Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I)** Semiconductor technology I - Bipolar technology (HL I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	• Beschreibung eines psn-Übergangs im thermodynamischen Gleichgewicht (Raumladungszonen, Poisson-Gleichung, Depletion-Näherung und Built-in-Spannung), • Beschreibung eines psn-Übergangs im Nicht-Gleichgewicht (I-U-Charakterisitik des idealen pn-Übergangs, Rekombinationsmechanismen in pn-Übergängen, I-U-Charakterisitik des realen pn-Übergangs, Durchbruchmechanismen in pn-Übergängen), • Dioden-Spezialformen: Schottky-Diode und Ohmscher Kontakt, Z-Dioden (Zener-Diode und Avalanche-Diode), IMPATT-Diode (Impact-Ionization-Avalanche-Transit-Time-Diode), Gunn-Diode, Uni-Tunneldiode, Esaki-Tunneldiode, Shockley-Diode, DIAC (Diode for Alternating Current), • Aufbau und Funktionsweise von Bipolar- und Heterobiplartransistoren: Ideales und reales Verhalten und Hochfrequenzbetrieb, • Thyristor und lichtgezündeter Thyristor, TRIAC (Triode for Alternating Current). Als Ausblick wird zum Schluss der Vorlesung auf Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate wie dem Gate-Turn-Off-Thyristor (GTO-Thyristor) und dem Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)und auf BiCMOS-Schaltungen eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis der mathematisch-physikalischen Grundlagen der Bauelement-Modellierung, kennen die ideale und die reale Funktionsweise und den Aufbau diverser Halbleiterdioden und haben ein umfassendes Verständnis vom Aufbau und vom idealen/ realen Verhalten eines Bipolar- und eines Heterobipolartransistors. Darüber hinaus kennen sie die prinzipielle Funktionsweise von Thyristoren und haben erste Grundkenntnisse von der Funktionsweise von Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate und von BiCMOS-Schaltungen (BiCMOS: Schaltungstechnik, bei der Bipolar- und Feldeffekttransistoren miteinander kombiniert werden). Außerdem kennen sie die prinzipiellen Herstellungsprozessabläufe moderner Bipolar- und BiCMOS-Prozesse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Schaumburg: Halbleiter, Teubner Verlag, 1991 • Löcherer: Halbleiterbauelemente, Teubner Verlag, 1992 • Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente, Springer Verlag, 2005 • Sze: Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1981 • Roulsten: An Introduction to the Phys. of Sem. Devices, Oxford Univ. Press, 1999 • Chang: ULSI Devices, John Wiley & Sons, 2000

1	**Modulbezeichnung** 92513	**Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I)** Semiconductor technology I - Integrated circuit technology (HLT I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (3 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jannik Schwarberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt. Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Anwenden • beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte • erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen Evaluieren (Beurteilen) • ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten • sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000 • Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

1	**Modulbezeichnung** 97530	**Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)** Laboratory course: Embedded microcontroller systems (PEMSY)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (3 SWS) Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (3 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	**Inhalt**	Dieses Praktikum führt die Studierenden in das Gebiet der eingebetteten Mikrocontroller-Systeme ein. Basierend auf dem Stoff der Vorlesungen Digitaltechnik, Schaltungstechnik und Systemprogrammierung bearbeiten die Teilnehmer/-innen eine Problemstellung, die mittels einer Maschine" gelöst werden soll. Zusätzlich notwendiges Wissen wird vermittelt, damit diese Maschine" in 2er-Gruppen weitgehend selbständig aufgebaut werden kann. Verwendet wird eine vom Lehrstuhl selbst entwickelte Platine auf Basis des AVR ATmega32 mit einem LCD-Display und einem ISM-Funkmodul. Schrittweise erfolgt der Lötaufbau des USB-Programmieradapters und der Hardware-Plattform mit Blick auf das zu realisierende Gesamtsystem. Während die Programmiermodule immer umfangreicher werden, wird mit zunehmender Erfahrung der Teilnehmer/-innen das System auf einem Lochrasterfeld durch eigene Schaltungen ergänzt und erweitert. Als Besonderheit darf die entwickelte Maschine" nach dem Ende des Praktikums von den Teilnehmern behalten werden. Programmiert wird konsequent in C (und Inline-Assembler) und verwendet werden ausschließlich frei verfügbare Entwicklungshilfsmittel. Für einen kontinuierlichen Entwicklungsfortschritt im Zusammenspiel mit dem Hardwareaufbau ist es hierbei unerlässlich das bereits gewisse Erfahrungen in dieser Programmiersprache bestehen. Nach Abschluss des Praktikums sind die Teilnehmer/-innen in der Lage ein Mikrocontroller-System für den Einsatz in einem Mess- oder Steuerungsprojekt aufzubauen, effektiv zu programmieren und Daten über eine Kurzstreckenfunkübertragung auszutauschen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung PEMSY" sind die Studierenden in der Lage die Konzepte und Verfahren der Mikrocontroller-Programmierung anzuwenden. Die Studierenden lernen dabei eigene Software für Mikrocontroller zu entwickeln. Sie lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Komponenten wie z.B. Strukturelemente und On-Chip-Peripherie am Beispiel des Mikrocontrollers ATmega32 zu verstehen. Dabei analysieren sie deren Zeitverhalten, entwickeln Methoden zum Anschluss von Peripherie-Elementen und bewerten Wechselwirkungen zwischen Hard- und Software.

		Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen: • Software-Entwicklung unter Linux • Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller • Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt: • Löten an bedrahteten Bauelementen • Aufbau von einer Programmieradapterschaltung • Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display • Systematische Fehlersuche Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln: • Serielle synchrone Datenübertragung (SPI) • serielle asynchrone Datenübertragung (UART) • parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden: • Befehlssatz des LCD Controllers HD44780 • Befehlssatz eines ISM Funkmoduls
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen • Kenntnisse in der Programmiersprache C • Grundverständnis von Booleschen Operationen • Englischkenntnisse • Deutschkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/

1	**Modulbezeichnung** 96841	**Multiphysics Systems and Components** Multiphysics systems and components	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jens Kirchner
5	**Inhalt**	Das Modul bietet eine Einführung in die Simulationsmethode der Finiten Elemente. Dabei liegt der Schwerpunkt auf multiphysikalischen Systemen, d.h. Systemen, die den Gesetzmäßigkeiten von mindestens zwei gekoppelten physikalischen Domänen unterliegen. Themen der Vorlesung: • Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen • Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen • Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme) • Simulation und Experiment
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen. • Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme. • Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern. • Die Studierenden können das Vorgehen bei der Finite-Elemente-Methode erklären sowie einfache Differentialgleichungen in die schwache Form überführen sowie das zugehörige algebraische Gleichungssystem herleiten. • Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren. • Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen. • Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92531	**Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1** Quantum electronics I - Quantum technologies 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	**Inhalt**	Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 96410	**Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Im Rahmen dieses Modules werden die Grundlagen und technische Ausführung Übertragungstechniken vermittelt. Fokus liegt dabei auf dem Automotivebereich. Elektrofahrzeuge werden nicht nur die heute bereits in der Oberklasse verfügbaren Fahrassistenzsysteme nutzen sondern weitere E-Mobility spezifische Anwendung insbesondere zur Energie- und Reichweitoptimierung. Drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtungen, zwischen Fahrzeugen untereinander, genaue Ortung und Streckenprognose sowie autonomes energiesparendes Fahren mit Radar-Abstandsreglung spielen hier eine wichtige Rolle. In diesem Modul werden diese modernen Entwicklungen adressiert und die dafür notwendigen Grundlagen erarbeitet. Grundlagen: • Funkkanaleigenschaften • Modellierung • Modulation, Codierung, Vielfachzugriff Fahrzeugkommunikationssysteme: • Übertragungssysteme für die Fahrassistenz • Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation • Breitbandige In-Car-Datenübertragung Fahrzeugsensorik: • Fahrzeugortung (lokal und global) • Automobilradar und Umfeldüberwachung • Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage: Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien anzuwenden Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Leistungselektronik

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** Digital control	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96580	**Elektromagnetische Verträglichkeit**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen. Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen: • Symmetrische und asymmetrische Störströme • Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten • Netzfilterdämpfung • Koppelmechanismen • Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen, • die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden, • die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden, • die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92590	**Halbleiterbauelemente** Semiconductor devices	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Halbleiterbauelemente (2 SWS) Vorlesung: Halbleiterbauelemente (2 SWS) Tutorium: Tutorium Halbleiterbauelemente (2 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jan Dick	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	Das Modul Halbleiterbauelemente vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Der erste Teil der Vorlesung befasst sich nach einer Einleitung in die moderne Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie mit der Behandlung von Ladungsträgern in Metallen und Halbleitern; und es werden die wesentlichen elektronischen Eigenschaften der Festkörper zusammengefasst. Darauf aufbauend werden im Hauptteil der Vorlesung die Grundelemente aller Halbleiterbauelemente pn-Übergang, Schottky-Kontakt und MOS-Varaktor detailliert dargestellt. Damit werden dann zum Abschluss die beiden wichtigsten Transistorkonzepte der Bipolartransistor und der MOS-gesteuerte Feldeffekttransistor (MOSFET) ausführlich behandelt. Ein Ausblick, der die gesamte Welt der halbleiterbasierten Bauelemente für Logik- & Hochfrequenzanwendungen, Speicher- und leistungselektronischen Anwendungen beleuchtet, runden die Vorlesung ab.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Verstehen • verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter • interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen Anwenden • beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente • berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente • übertragen - ausgehend von den wichtigesten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik Analysieren • diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010 Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich • R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002 • D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002 • Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004 • S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92523	**Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)** Semiconductor technology III - Power semiconductor components (HL III)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Tobias Erlbacher
5	**Inhalt**	Nach einer Einführung in die Anwendungsgebiete, die Historie von Leistungshalbleiterbauelementen und die relevante Halbleiterphysik, werden die heute für kommerzielle Anwendungen relevanten Ausführungsformen von monolithisch integrierten Leistungsbauelemente besprochen. Zunächst werden Bipolarleistungsdioden und Schottkydioden als gleichrichtende Bauelemente vorgestellt. Anschließend werden der Aufbau und die Funktion von Bipolartransistoren, Thyristoren, unipolaren Leistungstransistoren (MOSFETs) und IGBTs erörtert. Dabei wird neben statischen Kenngrößen auch auf Schaltvorgänge und Schaltverluste eingegangen sowie die physikalischen Grenzen dieser Bauelemente diskutiert. Nach einer Vorstellung von in Logikschaltungen integrierter Leistungsbauelemente (Smart-Power ICs) erfolgt abschlie-ßend die Diskussion von neuartigen Bauelementkonzepten auf Siliciumkarbid und Galliumnitrid, welche immer stärker an Bedeutung gewinnen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden • erklären den Aufbau und die Funktion sowi die elektrischen Eigenschaften gängiger Leistungshalbleiterbauelemente • vergleichen Leistungshalbleiterbauelemente auf Wide-Bandgap"-Materialien (SiC, GaN). Analysieren • klassifizieren Leistungsbauelemente hinsichtlich statischen und dynamischen Verlusten und Belastungsgrenzen • diskutieren die Möglickeiten und Grenzen gängiger Leistungshalbleiterbauelemente • unterscheiden Integrationskonzepte für Leistungshalbleiterbauelemente in integrierte Schaltungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Neben den Grundkenntnissen in Physik, Chemie und Mathematik sollten die Teilnehmer die Grundlagen der Halbleiterphysik und der Halbleiterbauelemente beherrschen. Es wird empfohlen die Lerninhalte des Moduls "Halbleiterbauelemente" zu Beginn dieser Vorlesung zu wiederholen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0 • Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9 • Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5 • Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5 • Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0 • Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3 • V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

1	**Modulbezeichnung** 96230	**Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung** High-power converters in electrical power	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Hochleistungsstromrichter für die EEV (2 SWS) Vorlesung: Hochleistungsstromrichter für die EEV (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann Andreas Bammes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	In elektrischen Energieversorgungsnetzen aller Spannungsebenen werden immer häufiger leistungselektronische Anlagen und Betriebsmittel zur Versorgung von Abnehmern, zur Integration dezentraler Stromerzeuger (z. B. Windkraftanlagen), zur Kompensation von Blindleistungen, zum Leistungsaustausch zwischen zwei Netzen sowie zur Steuerung des Lastflusses eingesetzt. Sie üben eine starke Rückwirkung auf das Netz und seine Abnehmer durch Verzerrung der Ströme und Spannungen und damit verbundene Blindleistungen aus. Ihr Einsatz muss daher sorgfältig geplant werden. Grundlage dafür sind die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme) und ihre charakteristischen Kenngrößen, deren analytische Berechnung gezeigt wird • Netzgeführte Stromrichter: Dreipulsige Elementarstromrichter - sechspulsige Stromrichter - zwölfpulsige Stromrichter - höherpulsige Stromrichter • Beschreibung von Stromrichtersystemen im Zustandsraum: Berechnung des stationären Betriebes als periodische Folge von Schaltvorgängen im Zustandsraum - Resonanz in sechspulsigen Stromrichtersystemen - stationärer Betrieb zwölfpulsiger Stromrichtersysteme • Netzgeführte Drehstromsteller: Gesteuerte Drehstromsteller - Einfluss des Nullsystems auf den Stellerbetrieb - dynamische Reihen- und Parallelkompensation - Resonanzen und ihre Vermeidung • Selbstgeführte Stromrichter: Grundschaltungen - Erzeugung der Ausgangsspannungen von Spannungsumrichtern - stationärer Betrieb im Drehstromnetz - vollständige Lastflusssteuerung - Resonanzen und ihre Vermeidung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme). • analysieren und bewerten unterschiedliche Varianten von Stromrichterschaltungen und deren Verschaltung mit dem Drehstromsystem

		• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an. • entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

1	**Modulbezeichnung** 96630	**Leistungselektronik** Power electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Leistungselektronik (2 SWS) Vorlesung: Leistungselektronik (2 SWS) Tutorium: Leistungselektronik Tutorium Kurs1 (0 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz Raffael Schwanninger Madlen Hoffmann Stefanie Büttner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	*Grundlagen der Topologieanalyse*: Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen *Nicht-isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung *Isolierende Gleichspannungswandler*: Grundlegende Schaltungstopologien, Gleichrichterschaltungen, Transformatoren als Übertrager bzw. Energiespeicher *Leistungshalbleiter*: Grundlagen des statischen und dynamischen Verhaltens von MOSFET, IGBT und Dioden; Spezifika von WBG-Leistungshalbleitern auf Basis von Siliziumcarbid (SiC) und Galliumnitrid (GaN); Kommutierungsarten; Kurzschluss, Avalanche *Passive Leistungsbauelemente*: Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Brauchbarkeitsdauer, Impedanzverhalten) *Parasitäre Elemente*: Niederinduktive Aufbautechniken *Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter*: Grundschaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren *Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur*: Phasenan-/abschnittsteuerung, Netzstromverzerrungen, aktive Leistungsfaktorkorrektur, Gleichrichterschaltungen *Wechselrichter*: Netzgeführte Stromrichter, Zwei-/Dreipunktwechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären, • einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen, • die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,

		• die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten, • einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Elektrische Energie- und Antriebstechnik Master of Science Informatik 2010 Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8 [6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

1	**Modulbezeichnung** 96370	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe** Pulse-controlled converters for electrical drives	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	1. Einleitung 2. Bauelemente 2.1 IGBTs und Dioden 2.2 Entwärmung 2.3 Kondensatoren 3. Theorie selbstgeführter Stromrichter 3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter 3.2 Grundfrequenzsteuerung 3.3 Trägerverfahren 3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation 4. Gleichstromsteller 4.1 Tiefsetzsteller 4.2 Hochsetzsteller 4.3 Zweiquadrantensteller 4.4 Vierquadrantensteller 5. Dreiphasiger Pulsumrichter 5.1 Eingansseitige Gleichrichter 5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom 5.3 Motorseitiger Wechselrichter 5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom 6. Unerwünschte Effekte 6.1 Niederfrequente Netzharmonische 6.2 Ableitströme und Funkstörspannung 6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen 6.4 Lagerströme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen. **Bauelemente im Pulsumrichter:** Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren.

		Theorie selbstgeführter Stromrichter: Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises. **Gleichstromsteller:** Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Dreiphasige Pulsumrichter:** Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Unerwünschte Effekte:** Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Leistungselektronische Grundkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter" • Semikron Applikationshandbuch

1	**Modulbezeichnung** 92650	**Regelungstechnik A (Grundlagen)** Control engineering A (Foundations)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik A (Grundlagen) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Die Vorlesung behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte der Vorlesung sind: • Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik • Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild • Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang • Auslegung einschleifiger Regelkreise • Erweitere Regelkreisstrukturen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern. • Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren. • das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben. • eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen. • aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln. • zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben. • den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern. • Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen. • die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen. • entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind. • für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen. • ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen. • die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010 Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004 • W. Leonhard. Einführung in die Regelungtechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987 • J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020 • R. Unbehauen. Regelungtechnik 1, 12. Auflage, 2002 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** Control engineering B (State-space methods)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen zur Beschreibung und Untersuchung von linearen dynamischen Systemen mit mehreren Ein- und Ausgangsgrößen im Zustandsraum sowie den zustandsraumbasierten Regler- und Beobachterentwurf. Die Inhalte der Vorlesung sind: • Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik • Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung • Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung • Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme • Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation • Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen. • für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen. • für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren. • Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen. • ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen. • den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern. • realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen. • Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern. • diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren. • beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.

		• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Automatisierungstechnik Master of Science Informatik 2010 Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974

		• W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	**Modulbezeichnung** 96670	**Schaltnetzteile**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schaltnetzteile (2 SWS) Übung: Übungen zu Schaltnetzteile (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum Samuel Faber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	In "Schaltnetzteile" werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltopologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt. Außerdem werden Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM- Regelung vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: - Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren, - die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zu erarbeiten und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten, - die Notwendigkeit von Netztrennung sowie mögliche Maßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen, - grundlegende netztrennende Topologien zu analysieren, - Schaltverluste sowie deren Reduzierung mit Hilfe von Entlastungsnetzwerken zu bewerten, - regelungstechnische Beschreibung PWM-getakteter Konverter im kontinuierlichen Betrieb mittels der Methode des In-Circuit-Averaging zu analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Begleitende Arbeitsblätter • Fundamentals of Power Electronics, Erickson W. Robert, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 92660	**Schaltungstechnik** Circuit technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET • Transistor-Grundschaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten • Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler • Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen • Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundschaltungen, Modelle, Anwendungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundschaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern. • Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen. • Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren. • Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Allgemeine Elektrotechnik Master of Science Informatik 2010 Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010 Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96440	**Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen** Simulation and control of switching power supplies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	Im ersten Teil des Moduls werden sowohl notwendige Grundlagen als auch mögliche Simulationsstrategien und Tools erläutert. Im Einzelnen wird auf folgende Punkte eingegangen: - Analytische Simulation von PWM-Konvertern - Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme von gemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM) - Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum (Discrete Modelling) - Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste Im zweiten Teil des Moduls werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben. Der zweite Teil des Moduls gliedert sich wie folgt: Anwendung von ASM und ASIM zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion Mittelung im Zustandsraum (State-Space-Averaging) zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion • Regelung mit unterlagerter Stromregelung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: Schaltnetzteiltopologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen, PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren, Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen, die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern, PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren, die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen, die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern, den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren, beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren, Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen,

		Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen, Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten, Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben, den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen, Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen, Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen, eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren, die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten, Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären, notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten, die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden, die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen, die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren, neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul |Leistungselektronik| Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitende Arbeitsblätter und in diesen angegebene Literatur

1	**Modulbezeichnung** 96680	**Thermisches Management in der Leistungselektronik** Thermal management in power electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	• Grundlagen des thermischen Managements • Komponenten des thermischen Managements • Anwendungs- und Auslegungsbeispiele • Bauelemente unter Temperaturbelastung • Thermische Meßtechnik • Elektrisch-thermische Modellierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Leistungselektronik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

Grundlagen der Produktentwicklung

1	**Modulbezeichnung** 94711	**Grundlagen der Produktentwicklung** Foundations of product development	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinenelemente Übung (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Maschinenelemente I (4 SWS) Tutorium: Tutorium Maschinenelemente I (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marcel Bartz Michael Jüttner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	**Inhalt**	**Einführung in die Produktentwicklung** • Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben • Vorgehensmodelle im Produktentwicklungsprozess **Konstruktionswerkstoffe** **Grundlagen der Bauteilauslegung Festigkeitslehre** • Typische Versagenskriterien • Definition und Aufgaben der Festigkeitslehre, Prinzip • Ermittlung von Belastungen • Ermittlung von Beanspruchungen • Beanspruchungsarten • Zeitlicher Verlauf der Beanspruchung und Lastannahmen • Resultierende Spannungen und Vergleichsspannungen • Kerbwirkung und Stützwirkung • Weitere Einflussfaktoren auf die Festigkeit von Bauteilen • Maßgebliche Werkstoffkennwerte • Bauteildimensionierung und Festigkeitsnachweis **Einführung in die Technische Produktgestaltung** • Gestalten von Maschinen • Fertigungsgerechtes Gestalten • Sicherheitsgerechtes Gestalten **Normung, Toleranzen, Passungen und Oberflächen** **Maschinenelemente** • Schweißverbindungen • Passfeder- und Keilwellenverbindungen • Bolzen- und Stiftverbindungen • Zylindrische Pressverbindungen • Kegelverbindungen • Spannelementverbindungen • Schraubenverbindungen • Wälzlager • Gleitlager • Dichtungen • Stirnräder und Stirnradgetriebe • Kupplungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**<u>Fachkompetenz</u>** **Wissen** Im Rahmen von GPE erlangen die Studierenden grundlegende Kenntnisse im Bereich der Maschinenelemente. Die Studierenden

sind vertraut mit Fachbegriffen und können Wissen zu folgenden Themenbereichen wiedergeben:

- Gestalten von Maschinenbauteilen unter besonderer Berücksichtigung der Fertigungsgerechtheit
- Normen (DIN, EN, ISO), Richtlinien (VDI, FKM) und Standards im Kontext des Maschinenbaus
- herstell- und messbedingte Abweichungen sowie zu vergebende Toleranzen für Maß, Form, Lage und Oberfläche bei Maschinenbauteilen
- rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen, insbesondere Wissen über die gängigen Radial- und Axialwälzlagerbauformen, deren spezifische Merkmale und Eigenschaften sowie deren sachgerechte Einbindung in die Umgebungskonstruktion
- Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen

Verstehen

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge zu erarbeitetem Wissen durch die Erschließung von Querverbindungen zu den in folgenden Lehrveranstaltungen erworbenen bzw. zu erwerbenden Kompetenzen:

- Lehrveranstaltung Produktionstechnik und Technische Produktgestaltung
- Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre
- Lehrveranstaltung Messtechnik

Die Studierenden gewinnen ein allgemeines Verständnis für:

- das Konstruieren von Maschinen als methodischer Prozess unter besonderer Beachtung von Synthese und Analyse als zentrale Aufgaben der Produktentwicklung und auf Basis der Begriffe Merkmale und Eigenschaften nach der Definition von WEBER. Mit Fokus auf VDI 2221 ff verstehen die Studierenden Vorgehensmodelle in Produktentwicklungsprozessen. Hierbei werden Querverweise zu den in der Lehrveranstaltung Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren zu erwerbenden Kompetenzen aufgezeigt.
- die Konstruktionswerkstoffe, deren spezifische Eigenschaften sowie Möglichkeiten zur Beschreibung des Festigkeits-, Verformungs- und Bruchverhaltens. Unter Konstruktionswerkstoffen werden insbesondere Eisenwerkstoffe, daneben auch Nichteisenmetalle, Polymerwerkstoffe und spezielle neue Werkstoffe, z. B. Verbundwerkstoffe, verstanden. Es werden Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Werkstoffkunde erworbenen Kompetenzen erschlossen.

Die Studierenden gewinnen ein Verständnis für Maschinenbauteile im Hinblick auf deren rechnerische Auslegung und konstruktive Gestaltung unter Berücksichtigung des Werkstoffverhaltens, der Geometrie und der auf das Bauteil einwirkenden Lasten. Hierzu:

- Unterscheidung von Nennspannungen und örtlichen Spannungen
- Verständnis für mehrachsige Beanspruchungszustände und Festigkeitshypothesen in Verbindung mit den werkstoffspezifischen Versagenskriterien
- Verständnis für die Auswirkungen von Kerben auf Maschinenbauteile unter statischer und dynamischer Beanspruchung
- Verständnis für Werkstoffkennwerte und den Einfluss der Bauteilgröße und des Oberflächenzustandes sowie Gegenüberstellung zu dazugehörigen Versagenskriterien.

Die Studierenden gewinnen ein funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung zahlreicher Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Insbesondere wird hierbei ein Schwerpunkt auf das Erlangen eines Verständnisses für Wirkprinzipien und Gestaltung gelegt. Im Einzelnen für:

- Schweißverbindungen
- formschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Bolzen- und Stiftverbindungen
- reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Elemente von Schraubenverbindungen unter besonderer Berücksichtigung des Maschinenelements Schraube (Gewinde), sowie Schaubensicherungen
- rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen. Hierzu ein Verständnis für die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerstellen, insbesondere Passungswahl und Lageranordnungen
- statische und dynamische Dichtungen und deren Klassifizierung sowie die Auswahl von Dichtungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen
- Basiswissen über Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten, Verständnis für Last- und Beschleunigungsdrehmomente und zu reduzierende Trägheitsmomente. Hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in den Lehrveranstaltungen Regelungstechnik und Elektrische Antriebstechnik zu erwerbenden Kompetenzen
- Zahnradgetriebe mit Fokus auf Stirnräder und Stirnradgetriebe. Hierbei Verständnis des Verzahnungsgesetzes und der Geometrie der Evolventenverzahnung für Gerad- und Schrägverzahnung
- nicht-schaltbare und schaltbare Kupplungen, Klassifizieren von Kupplungen nach deren Funktions- und Wirkprinzipien, Auswahl von Kupplungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen

Anwenden

Die Studierenden vertiefen Teile des unter Punkt 1.2 beschriebenen Verständnisses durch die Anwendung von spezifischen

Berechnungsmethoden. Dies umfasst insbesondere folgende Themenbereiche:

- Berechnung von Maßtoleranzen
- Berechnung von Schweißverbindungen und der Tragfähigkeit von Schweißverbindungen nach dem Verfahren von NIEMANN
- Berechnung formschlüssiger Welle-Nabe-Verbindungen, insbesondere Passfederverbindungen auf Basis von DIN 6892 und Keilwellenverbindungen sowie deren Gültigkeitsgrenzen
- Berechnung einfacher Bolzen- und Stiftverbindungen sowie deren Gültigkeitsgrenzen
- Berechnung von zylindrischen Quer- und Längspressverbänden in Anlehnung an DIN 7190 (elastische Auslegung) sowie von Kegelpressverbänden
- Überprüfung längs- und querbelasteter, vorgespannter Schraubenverbindungen in Anlehnung an VDI 2230 im Hinblick auf Anziehdrehmoment, Bruch, Fließen und Dauerbruch der Schraube unter Einfluss von Setzvorgängen und Schwankungen beim Anziehen
- Berechnung der Tragfähigkeit von Wälzlagern für statische und dynamische Betriebszustände auf Basis von DIN ISO 76 und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer
- Berechnung von Übersetzungen, Wirkungsgraden und Drehmomentverhältnissen in Getrieben
- Berechnung von Verzahnungsgeometrien auf Basis von DIN 3960
- Berechnung von am Zahnrad wirkenden Kräften und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragfähigkeit in Anlehnung an DIN 3990 sowie deren Gültigkeitsgrenzen

Analysieren

Die Studierenden erlernen mithilfe dem Verständnis aus 1.2 und den Berechnungsmethoden aus 1.3 definierte Problemstellungen im Kontext der Maschinenelemente sowie deren Zusammenwirken zu lösen. Hierzu gehört:

- Analyse der auf ein Bauteil wirkenden Belastungen. Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Statik erworbenen Kompetenzen
- Analyse der aus den Belastungen resultierenden Beanspruchungen mit Fokus auf die Beanspruchung stabförmiger Bauteile, Kontaktbeanspruchung sowie Instabilität stabförmiger Bauteile (Knicken). Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Elastostatik erworbenen Kompetenzen
- Analyse und Beurteilung von Lastannahmen sowie des zeitlichen Verlaufs von Beanspruchungen (statisch, dynamisch)
- Ermittlung von Kerbspannungen auf Basis von Kerbform-, Kerbwirkungszahlen und plastischen Stützzahlen unter Berücksichtigung von Oberflächeneinflüssen

		• Auswahl von Vergleichsspannungshypothesen und Ermittlung von Vergleichsspannungen • Auswahl von Maßtoleranzen • Auswahl von Wälzlagern und Grobgestaltung von Wälzlagerstellen. Hierbei erschließen von Querverbindungen zu den in der Lehrveranstaltung Wälzlagertechnik zu erwerbenden Kompetenzen • Auswahl gängiger Maschinenelemente unter Funktionsgesichtspunkten sowie Auslegen ausgewählter Maschinenelemente **Evaluieren (Beurteilen)** Die Studierenden erlernen über die Analyse hinaus die Möglichkeiten zur Einschätzung ihrer Berechnungen. Besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auf der Überprüfung der Festigkeit von Maschinenbauteilen im Zuge von Dimensionierungsaufgaben und Tragfähigkeitsnachweisen in Anlehnung an die einschlägige FKM-Richtlinie sowie Beurteilung der durchgeführten Berechnungen unter besonderer Berücksichtigung von Unsicherheiten, welche Ausdruck in der Wahl von Mindestsicherheiten finden. Die Studierenden erlernen somit Möglichkeiten zur Beurteilung von: • Auswahl und Auslegung von Maschinenelementen unter Funktionsgesichtspunkten • Auswahl und Auslegung von Maschinenelementen unter Tragfähigkeitsgesichtspunkten **<u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u>** Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es werden empfohlen: • Technische Darstellungslehre I • Statik und Festigkeitslehre
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Grundlagen der Produktentwicklung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94591	**Technische Darstellungslehre 2** Engineering drawing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	**Inhalt**	• Technologie des Computer Aided Design • Einführung in die virtuelle Produktentwicklung mit CAD-Systemen • Grundlagen des CAD: Arten von 3D-Modellierern, Systemmodule und Eigenschaften von Modellen • Modellierungsstrategien, Vorgehensweise bei der Modellierung, Grundprinzipien, Besondere Modellierungsvereinfachungen im Zusammenhang mit genormten Darstellungen • Rechnerübung mit Hausübung an CAD-Systemen zum Anfertigen von Bauteilen, Baugruppen und technischen Zeichnungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über Funktion, Aufbau und Bedienung von im industriellen Umfeld eingesetzten, vollparametrischen 3D-CAD-Systemen. Die Studierenden erfahren die Bedeutung von CAD-Systemen als zentralem Synthesewerkzeug des rechnerunterstützten Produktentwicklungsprozesses im Maschinenbau und in verwandten Disziplinen. Hierzu erlernen die Studierenden Grundwissen über die einzelnen Phasen des Produktlebenszyklus und die Möglichkeiten der Rechnerunterstützung (CAx) und über die grundlegende Geometrieverarbeitung auf Rechnersystemen: Historische Entwicklung, Stand der Technik, Grundfunktionalitäten moderner CAD-Systeme, Parametrik, Assoziative Datenspeicherung, Features und Konstruktionselemente, historienbasierte und direkte Modellierung. Verstehen Die Studierenden gewinnen Verständnis für den Einsatz von CAD zur Definition der Produktgestalt im Hinblick auf eine durchgängige Verwendung der erzeugten Daten als Grundlage für die weitere CAx-Werkzeuge sowie für die Ableitung normgerechter Zeichnungen und Stücklisten. Weiterhin vertiefen die Studierenden ihr Verständnis für technische Zeichnungen gemäß DIN 199-1 indem sie die technische Zeichnung sowohl als Informationsquelle für die Modellerstellung verwenden, als auch normgerechte technische Zeichnungen ihrer erstellten 3D-CAD Modelle erstellen. Durch diese doppelte Verwendung des Kommunikationsmediums technische Zeichnung erwerben die Studierenden ein Verständnis für den Zusammenhang zwischen der technischen Zeichnung und dem 3D-CAD Modell.

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge durch:

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Vorpraktikum (verpflichtend für MB und WING) erworbenen Kompetenzen
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen

Anwenden
Die Studierenden wenden das Gelernte an, indem sie das in den obligatorischen Grundlagenübungen vermittelte Wissen in verpflichtenden Vertiefungsübungen auf bisher unbekannte Bauteile transferieren. Die Studierenden werden bei der Anwendung des Wissens durch die Korrektur der abgegebenen 3D-Modelle und Zeichnungen überprüft. Den Studierenden werden die gemachten Fehler erklärt und die Möglichkeit gegeben diese zu korrigieren und so das Wissen zur Erstellung korrekter 3D-Modelle und Zeichnungen anzuwenden.
Analysieren
Die Studierenden vertiefen die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erlangten Analysefähigkeiten technischer Zeichnungen und Funktionsskizzen zur anschließenden Erstellung eines korrekten CAD-Modells auf Basis der relevanten Informationen.
Evaluieren (Beurteilen)
Die Studierenden lesen selbstständig technische Zeichnungen und Funktionsskizzen und erlernen, deren Inhalt zu erfassen, zu beurteilen und zu hinterfragen. Dies beinhaltet insbesondere die Entwicklung einer korrekten Modellierungsstrategie auf Basis der erfassten Informationen.
Die Studierenden bewerten im Rahmen der Baugruppenkonstruktionen selbstständig die funktionsrelevanten Kontakt- und Funktionsflächen der Einzelbauteile.
Erschaffen
Die Studierenden erstellen Einzelteile durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie, hierzu zählen:
Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente
Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Profilextrusion, Rotation, Zug und Verbund
Kombinieren von Volumenkörpern durch boolesche Operationen zu Rohbauteilen gemäß eines spannenden Fertigungsverfahrens
Detaillieren von Rohbauteilen durch Hinzufügen von Bohrungen, Fasen und Metainformationen (z. B. Toleranzangaben)
Nachträgliches Ändern der Geometrie mit Hilfe von Parametrik.
Die Studierenden erstellen Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen unter Verwendung von Normteilbibliotheken, hierbei erlangen die Studierenden insbesondere Kompetenzen in den Bereichen:
Planen einer Baugruppenhierarchie im Hinblick auf Robustheit
Verarbeiten von Importgeometrie (Fremdformate)
Definieren von Montagebedingungen

		Anwenden einfacher Baugruppenanalysefunktionen (z. B. Durchdringung und Masseeigenschaften). Die Studierenden erlernen das Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Einzelteil- und Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen, hierbei vertiefen die Studierenden die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I erworbenen Kompetenzen. Die Studierenden erwerben die Befähigung zum Erstellen auch komplexerer Einzelteile und Baugruppen in 3D-CAD-Systemen und zum Ableiten zugehöriger technischer Zeichnungen sowie Befähigung, sich Modellierungsmöglichkeiten zu erschließen, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden und Befähigung, die gewonnenen Erkenntnisse auf andere als im Rahmen der Lehrveranstaltung eingesetzte 3D-CAD-Systeme übertragen zu können. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erlangen die zuvor genannten Fachkompetenzen insbesondere durch praktische Anwendung des 3D-CAD-Systems im Rahmen verpflichtender Übungsabgaben. Individuelle und kompetente Betreuung erhalten die Studierenden hierbei durch studentische Tutoren und Mitarbeiter des Lehrstuhls, wodurch sichergestellt wird, dass eine effiziente Vermittlung der Lehrinhalte trotz unterschiedlichem Kenntnisstandes der Studierenden erfolgt. Selbstkompetenz Die Studierenden vertiefen die Befähigung zur selbstständige Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen bei der Bearbeitung der verpflichtenden Aufgaben, hierbei erhalten die Studierenden Unterstützung durch Betreuer und studentische Tutoren. Die Studierenden reflektieren die eigenen Stärken und Schwächen beim Umgang mit dem 3D-CAD-System und fordern eigenverantwortlich Hilfe bei den studentischen Tutoren und Mitarbeitern des Lehrstuhls ein und erweitern ihre Selbstkompetenz bezüglich des Umgangs mit fachlicher Kritik. Sozialkompetenz Die Studierenden vertiefen die Befähigung zur selbstständige Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen bei der Bearbeitung der verpflichtenden Aufgaben, hierbei erlangen sie die Befähigung zur kooperativen Zusammenarbeit mit anderen Studierenden, studentischen Tutoren und Mitarbeitern des Lehrstuhls.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Grundlagen der Produktentwicklung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97110	**Technische Produktgestaltung** Technical product design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	**Inhalt**	• Einführung in die Technische Produktgestaltung • Baustrukturen technischer Produkte • Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung • toleranzgerechtes Konstruieren • kostengerechtes Konstruieren • beanspruchungsgerechtes Konstruieren • werkstoffgerechtes Konstruieren • Leichtbau • umweltgerechtes Konstruieren • nutzerzentrierte Produktgestaltung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Im Rahmen von TPG erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Berücksichtigung verschiedener Aspekte des Design-for-X bei der Entwicklung technischer Produkte. Nach der erfolgreichen Teilnahme kennen sie die jeweiligen Gestaltungsrichtlinien und zugehörige Methoden. Dies sind im Einzelnen: • Wissen über Möglichkeiten zur Umsetzung des Leichtbaus und daraus abgeleitet über spezifische Gestaltungsrichtlinien, die im Rahmen des Leichtbaus zu berücksichtigen sind, hierzu: Beanspruchungsgerechtes Konstruieren (Kraftfluss, Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit, Kerbwirkung, Prinzip der abgestimmten Verformung, Prinzip des Kräfteausgleichs) • Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht) • Wissen über die Auswirkungen eines Produktes (und insbesondere der vorhergehenden Konstruktion) auf Umwelt, Kosten und den Nutzer, hierzu: Umweltgerechtes Konstruieren (Recycling, Einflussmöglichkeiten in der Produktentwicklung, Strategien zur Berücksichtigung von Umweltaspekten, Life Cycle Assessment, Produktinstandsetzung, Design for Recycling) • Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation) • Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung, Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter,

Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)

- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des Urformens" (Gießen, Pulvermetallurgie, Additive Fertigung)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des Umformens" (Schmieden, Walzen, Biegen, Scheiden, Tiefziehen, Stanzen, Fließpressen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des Trennens" (Zerteilen, Drehen, Fräsen, Bohren, Schleifen, Erodieren)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des Fügens" (Schweißen, Löten, Nieten, Durchsetzfügen, Kleben, Fügen durch Urformen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien der Fertigungsverfahren des Beschichtens und Stoffeigenschaften ändern" (Schmelztauchen, Lackieren, Thermisches Spritzen, Physical Vapour Deposition, Chemical Vapour Deposition, Galvanische Verfahren, Pulverbeschichten, Vergüten, Glühen)
- Wissen über spezifische Gestaltungsrichtlinien des montagegerechten Konstruierens bzgl. der Baustruktur technischer Produkte (Integral-, Differential und Verbundbauweise, Produktstrukturierung, Variantenmanagement, Modularisierung) und des Montageprozesses (Gestaltung der Fügeteile und Fügestellen, Automatisches Handhaben und Speichern, Toleranzausgleich, DFMA)
- Wissen über spezifische Inhalte des toleranzgerechten Konstruierens (insbesondere Grundlage der geometrischen Tolerierung und die Vorgehensweise zur Vergabe von Toleranzen)

Verstehen

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls Technische Produktgestaltung" verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der technischen und nicht-technischen Einflussfaktoren und deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung technischer Produkte ausgehend von der Produktstruktur bis zur konstruktiven Bauteilgestaltung. Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:

- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu: Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrieelemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip, Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)

- Verständnis über Fertigung und Montage sowie über die Bedeutung des Design-for-X und insbesondere des fertigungsgerechten Konstruierens im Produktentwicklungsprozess
- Verständnis über die Berücksichtigung nicht-technischer Faktoren, wie beispielsweise Umwelt-, Kosten- und Nutzeraspekten, und deren Wechselwirkungen bei der Gestaltung technischer Produkte.

Anwenden

Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei werden bestehende Entwürfe und Konstruktionen durch die Studierenden entsprechend der vermittelten Gestaltungsrichtlinien optimiert und neue Konstruktionen unter Einhaltung dieser Gestaltungsrichtlinien erschaffen. Dies beinhaltet im Einzelnen:

- Erstellung der fertigungsgerechten und montagegerechten Tolerierung von Bauteilen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Bestimmen der zugrundeliegenden Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte; Bestimmen des Tolerierungsgrundsatzes. Integration von, durch Normen definierte Toleranz- und Passungsvorgaben in bestehende Tolerierungen; Zusammenfassen kombinierbarer Form- und Lagetoleranzen zu Zeichnungsvereinfachung; Festlegung der Größen der Toleranzzonen aller vergebenen Toleranzen.
- Optimierung der Tolerierung anhand der statistischen Toleranzanalyse. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erkennen und Ableiten der analytischen Schließmaßgleichungen; Definition der zugrundeliegenden Toleranzwerten und zugehörigen Wahrscheinlichkeitsverteilungen; Berechnung der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Schließmaße; analytische Bestimmung der statistischen Beitragsleister mittels lokaler Sensitivitätsanalysen; Beurteilung der Ergebnisse und ggf. anschließende Anpassung der Tolerierung der Bauteile; Transfer der Ergebnisse auf zeitabhängige Mechanismen (kinematische Systeme).
- Änderung der Gestaltung von Bauteilen, bedingt durch die Änderung der zu fertigenden Stückzahl der Baugruppe. Dies umschließt die folgenden Tätigkeiten: Bestimmung des konstruktiven Handlungsbedarfs; Anpassung der Gestaltung der Bauteile insbesondere hinsichtlich der fertigungsgerechten und der montagegerechten Gestaltung. Gestaltung der erforderlichen Werkzeuge zur Fertigung der Bauteile und Bewertung dieser bzgl. der resultierenden Kosten.

Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580

		• Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren • Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580 Evaluieren (Beurteilen) Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekannten Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen. Erschaffen Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltanforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden. Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X. Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team). Sozialkompetenz Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Grundlagen der Produktentwicklung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik

1	**Modulbezeichnung** 97121	**Handhabungs- und Montagetechnik** Industrial handling and assembly technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssytemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind in der Lage: • die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern, • Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren, • die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und • Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln. Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser. • Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. • Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.

1	**Modulbezeichnung** 94570	**Produktionstechnik I und II** Production engineering I+II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Produktionstechnik II (2 SWS) Vorlesung: Produktionstechnik I (2 SWS) Tutorium: Produktionstechnik II - Tutorium (2 SWS, SoSe 2024) Tutorium: Produktionstechnik I Tutorium (SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein Simon Sauer Prof. Dr. Hinnerk Hagenah	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	*Produktionstechnik I:* Basierend auf der DIN 8580 werden die aktuellen Technologien sowie die dabei eingesetzten Maschinen in den Bereichen Urformen, Umformen, Trennen, Fügen, Beschichten und das Ändern der Stoffeigenschaften behandelt. Hierbei werden sowohl die Prozessketten als auch die spezifischen Eigenschaften der Produktionstechniken aufgezeigt und anhand von praxisrelevanten Bauteilen erläutert. Zum besseren Verständnis der Verfahren werden zunächst metallkundliche Grundlagen, wie der mikrostrukturelle Aufbau von metallischen Werkstoffen und ihr plastisches Verhalten, erläutert. Anschließend werden die Urformverfahren Gießen und Pulvermetallurgie dargestellt. Im weiteren Verlauf erfolgt eine Gegenüberstellung der Verfahren der Massivumformung Stauchen, Schmieden, Fließpressen und Walzen. Im Rahmen des Kapitels Blechumformung wird die Herstellung von Bauteilen durch Tiefziehen, Streckziehen und Biegen betrachtet. Der Fokus in der Vorstellung der Verfahrensgruppe Trennen liegt auf den Prozessen des Zerteilens und Spanens. Der Bereich Fügen behandelt die Herstellung von Verbindungen mittels Umformen, Schweißen und Löten. Abschließend werden verschiedene strahlbasierte Fertigungsverfahren aus den sechs Bereichen vorgestellt. Im Fokus stehen hierbei laserbasierte Fertigungsverfahren, wie zum Beispiel Schweißen, Schneiden oder Additiven Fertigung. Eine zusätzlich angebotene Übung dient der Vertiefung und der Anwendung des Vorlesungsinhaltes. *Produktionstechnik II:* Es wird die Verarbeitung von Kunststoffen (Spritzgießen, Erzeugung von duroplastischen / thermoplastischen Faserverbunden) und Metallen mit dem Fokus auf strahlbasierten Verfahren (Schneiden, Schweißen und Additive Fertigung mittels Wasser-, Elektronen- und Laserstrahl)behandelt. Des Weiteren werden die Grundlagen zu Werkzeugmaschinen und dem Werkzeugmaschinenbau (Maschinenkomponenten, Funktionalitäten, Anwendungs- /

		Einsatzmöglichkeiten) sowie zu Montagetechnologien und Verbindungstechniken (Auslegung von Verbindungen, prozesstechnische Umsetzung und Realisierung) vermittelt. Einen weiteren Schwerpunkt stellen der Elektromaschinenbau und die Elektronikproduktion (Funktionsweise und Herstellung von elektronischen Antriebseinheiten, Auslegung und Herstellung von elektronischen Komponenten) dar.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in der Metallkunde und der Verarbeitung von Metallen. • Die Studierenden erhalten einen Überblick über die Produktionsverfahren Urformen, Umformen, Fügen, Trennen, ihre Untergruppen • Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen. • Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren. • Die Studierenden erwerben grundlegendes Verständnis zu den Eigenschaften von Kuststoffen und deren Verarbeitung • Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen • Die Studierenden erwerben fundamentale Kenntnisse zu Multi-Materialien-Verbunden. • Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse zur Funktionsweise von elektrischen Antriebseinheiten und deren Herstellung sowie die Herstellung von elektrischen Komponenten (MID) • Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.) Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen • Die Studierenden verstehen die Grundlagen des Anlagen- und Werkzeugbaus Anwenden • ° Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Technische Mechanik

1	**Modulbezeichnung** 94500	**Dynamik starrer Körper** Dynamics of rigid bodies	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: DSK (Tut) (2 SWS) Vorlesung: Dynamik starrer Körper (3 SWS) Übung: Übung zur Dynamik starrer Körper (2 SWS)	- 7,5 ECTS -
3	Lehrende	David Holz Eduard Sebastian Scheiterer Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco Xiyu Chen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker
5	**Inhalt**	• Kinematik von Punkten und starren Körpern • Relativkinematik von Punkten und starren Körpern • Kinetik des Massenpunktes • Newton'sche Axiome • Energiesatz • Stoßvorgänge • Kinetik des Massenpunktsystems • Lagrange'sche Gleichungen 2. Art • Kinetik des starren Körpers • Trägheitstensor • Kreiselgleichungen • Schwingungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit den grundlegenden Begriffen und Axiomen der Dynamik; • können Bewegungen von Massepunkten und starren Körpern in verschiedenen Koordinatensystemen beschreiben; • können die Bewegungsgleichungen von Massepunkten und starren Körpern mittles der Newtonschen Axiome oder mittels der Lagrangeschen Gleichungen aufstellen; • können die Bewegungsgleichungen für einfache Stoßprobleme lösen; • können die Bewegungsgleichung für einfache Schwingungsprobleme analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus dem Modul |"Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"| bzw. |"Statik und Festigkeitslehre"|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Mechanik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 3, Berlin:Springer, 2006

1	**Modulbezeichnung** 94660	**Statik und Festigkeitslehre** Statics and mechanics of materials	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Statik und Festigkeitslehre (3 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zur Statik und Festigkeitslehre (2 SWS) Tutorium: Übung Statik und Festigkeitslehre (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday Lucie Spannraft Dr.-Ing. Gunnar Possart Michael Lengger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	**Inhalt**	• Kraft- und Momentenbegriff, Axiome der Statik • ebene und räumliche Statik • Flächenmomente 1. und 2. Ordnung • Haft- und Gleitreibung • Spannung, Formänderung, Stoffgesetz • überbestimmte Stabwerke, Balkenbiegung • Torsion • Elastizitätstheorie und Festigkeitsnachweis • Stabilität
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen Die Studierenden kennen • die axiomatischen Grundlagen der Technischen Mechanik sowie die entsprechenden Fachtermini. • das Schnittprinzip und die Einteilung der Kräfte in eingeprägte und Reaktionskräfte bzw. in äußere und innere Kräfte. • die Gleichgewichtsbedingungen am starren Körper. • das Phänomen der Haft- und Gleitreibung. • die Begriffe der Verzerrung und Spannung sowie das linear-elastische Stoffgesetz. • den Begriff der Hauptspannungen sowie das Konzept der Vergleichsspannung und Festigkeitshypothesen. • das Problem der Stabilität und speziell die vier Eulerschen Knickfälle für ein schlankes Bauteil unter Drucklast. Verstehen Die Studierenden • können Kräfte nach verschiedenen Kriterien klassifizieren. • können verschiedene Lagerungsarten unterscheiden und die entsprechenden Lagerreaktionen angeben. • können den Unterschied zwischen statisch bestimmten und unbestimmten Systemen erklären. • können den Unterschied zwischen Haft- und Gleitreibung erläutern. • können das linear-elastische, isotrope Materialgesetz angeben und die Bedeutung der Konstanten erläutern. • können die Voraussetzungen der Euler-Bernoulli-Theorie schlanker Balken erklären.

		• verstehen die Idee der Vergleichsspannung und können verschiedene Festigkeitshypothesen erklären. Anwenden Die Studierenden können • den Schwerpunkt eines Körpers bestimmen. • ein System aus mehreren Körpern geeignet freischneiden und die entsprechenden eingeprägten Kraftgrößen und die Reaktionsgrößen eintragen. • für ein statisch bestimmtes System die Reaktionsgrößen aus den Gleichgewichtsbedingungen ermitteln. • die Schnittreaktionen für Stäbe und Balken bestimmen. • die Spannungen im Querschnitt schlanker Bauteile (Stab, Balken) unter verschiedenen Belastungen (Zug, Biegung, Torsion) ermitteln. • die Verformungen schlanker Bauteile ermitteln. • aus einem gegebenen, allgemeinen Spannungszustand die Hauptspannungen sowie verschiedene Vergleichsspannungen ermitteln. • die kritische Knicklast für einen gegebenen Knickfall bestimmen. Analysieren Die Studierenden können • ein geeignetes Modell für schlanke Bauteile anhand der Belastungsart und Geometrie auswählen. • ein problemangepasstes Berechnungsverfahren zur Ermittlung von Reaktionsgrößen und Verformungen auch an statisch unbestimmten Systemen wählen. • eine geeignete Festigkeitshypothese wählen. • den relevanten Knickfall für gegebene Randbedingungen identifizieren. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können • den Spannungszustand in einem Bauteil hinsichtlich Aspekten der Festigkeit bewerten. • den Spannungszustand in einem schlanken Bauteil hinsichtlich Aspekten der Stabilität bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Mechanik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 1, Berlin:Springer 2006 • Gross, Hauger, Schnell, Wall: Technische Mechanik 2, Berlin:Springer 2007

Qualitätsmanagement und Messtechnik

1	**Modulbezeichnung** 94510	**Grundlagen der Messtechnik** Fundamentals of metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Grundlagen der Messtechnik - Übung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Grundlagen der Messtechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	**Inhalt (Vorlesung):** • Allgemeine Grundlagen • Was ist Metrologie: Metrologie und Teilgebiete, Einsatzbereiche, historische Entwicklung des Einheitssystems, SI-Einheitensystem SI-Einheiten (cd, K, kg, m, s, A, mol) Größe, Größenwert Extensive und intensive Größen Messung, Messgröße, Maßeinheit, Messergebnis, Messwert, Gebrauch und korrekte Angabe der Einheiten, Schreibweisen von Größenwerten, Angabe von Einheiten Grundvoraussetzungen für das Messen Rückführung der Einheiten • Messprinzipien, Messmethoden und Messverfahren: Messprinzip, Messmethode, Messverfahren Einteilung der Messmethoden, Ausschlagmessmethode, Differenzmessmethode, Substitutionsmessmethode und Nullabgleichsmethode (Kompensationsmethode) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethoden Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich absolute und inkrementelle Messmethoden • Statistik Auswertung von Messreihen: Berechnung eines Messergebnisses anhand von Messreihen Grundbegriffe der deskriptiven Statistik Darstellung und Interpretation von Messwertverteilungen (Histogramme) Häufigkeit (absolute, relative, kumulierte, relative kumulierte) Berechnung und Interpretation grundlegender Parameter: Lage (Mittelwert, Median, Modus), Streuung (Spannweite, Varianz, Standardabweichung, Variationskoeffizient), Form (Schiefe, Kurtosis bzw. Exzess) Grundbegriffe der Stochastik, Wahrscheinlichkeiten, Verteilungen (Rechteck-, U- und Normalverteilung), Zentraler Grenzwertsatz, statistische Momente Grundbegriffe der analytischen Statistik, statistische Tests und statistische Schätzverfahren Korrelation und Regression • Messabweichungen und Messunsicherheit: Messwert, wahrer Wert, Ringvergleich, vereinbarter Wert Einflüsse auf die Messung (Ishikawa-Diagramm) Messabweichung (absolute, relative, systematische, zufällige) Umgang mit Messabweichungen, Korrektion bekannter systematischer Messabweichungen Kalibrierung, Verifizierung, Eichung

		Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit Wiederholbedingungen/-präzision, Vergleichsbedingungen/-präzision, Erweiterte Vergleichsbedingungen/-präzision Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit, Eigenunsicherheit, Übersicht über Standardverfahren des GUM (Messunsicherheit), korrekte Angabe eines Messergebnisses • Messgrößen des SI-Einheitensystems • Messen elektrischer Größen und digitale Messtechnik: SI-Basiseinheit Ampere, Widerstands- und Spannungsnormale, Messung von Strom und Spannung, Lorentzkraft, Drehspulmesswerk, Bereichsanpassung Widerstandsmessung, strom- und spannungsrichtige Messung, Wheatstonesche Brückenschaltung (Viertel-, Halb- und Vollbrücke, Differenzmethode und Kompensationsmethode) Charakteristische Werte sinusförmiger Wechselgrößen, Dreheisenmesswerk, Wechselspannungsbrücke Messsignale, dynamische Kennfunktionen und Kennwerte, Übertragungsfunktionen (Frequenzgänge) Digitalisierungskette, Zeit- und Wertdiskretisierung, Alias-Effekte, Shannons Abtasttheorem, Filter, Operationsverstärker (Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, invertierender Addierer, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, Instrumentenverstärker), Abtast-Halte-Glied, Analog-Digital-Wandlung, Abweichungen bei der Analog-Digital-Wandlung Universelle Messgeräte (Digitalmultimeter, analoge und digitale Oszilloskope) • Messen optischer Größen: Licht und Eigenschaften des Lichtes Empfindlichkeitsspektrum des Auges Radiometrie und Photometrie SI-Basiseinheit Candela (cd, Lichtstärke) Strahlungsfluss, radiometrisches (fotometrisches) Grundgesetz, photometrische und radiometrische Größen Strahlungsgesetze Fotodetektoren (Fotowiderstände, Fotodioden, Betriebsarten, Bauformen, CCD- und CMOS-Sensoren) • Messen von Temperaturen: Temperatur, SI-Basiseinheit Kelvin, Definition, Wärmeübertragung (Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung) Thermodynamische Temperatur Primäre und sekundäre Temperaturmessverfahren, praktische Temperaturskalen, Fixpunkte (Tripelpunkte, Erstarrungspunkte), Fixpunktzellen, klassische Temperaturskalen, internationale Temperaturskala (ITS-90) Berührungsthermometer, thermische Messabweichungen, thermische Ausdehnung, Gasthermometer, Flüssigkeitsglasthermometer, Bimetall-Thermometer, Metall-Widerstandsthermometer (Kennlinie, Genauigkeit, Bauformen, Messschaltungen), Thermoelemente (Seebeck-Effekt, Bauformen, Ausgleichsleitungen,

		Messschaltungen) Strahlungsthermometer (Prinzip, Strahlungsgesetze, Pyrometer, Messabweichungen) • Zeit und Frequenz: SIBasiseinheit Sekunde, Zeitmessung (Aufgaben, Historie, mechanische Uhren, Quarzuhren, Atomuhr) Darstellung der Zeit Verbreitung der Zeitskala UTC Globales Positionssystem (GPS) Frequenz- und Phasenwinkelmessung • Längenmesstechnik: SIBasiseinheit Meter Messschieber, Abbesches Komparatorprinzip, Bügelmessschraube, Abweichungen 1.- und 2.-Ordnung Längenmessung mit Linearencodern (Bewegungsrichtung, Ausgangssignale, Differenzsignale, Demodulation) Absolutkodierung (V-Scannen und Gray Code) Interferometrie, Michelson-Interferometer, transversale elektromagnetische Wellen, Grundlagen der Interferenz, destruktive und konstruktive Interferenz, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Homodyninterferometer, Demodulation am Homodyn- und Heterodyninterferometer, Einfluss Luftbrechzahl, Realisierung der Meterdefinition, Reflektoren und Aufbau von Interferometern, induktive Längenmessung, kapazitive Längenmessung, Laufzeitmessung • Masse, Kraft und Drehmoment: SIBasiseinheit Kilogramm, Definition Masse, Kraft und Drehmoment Massenormale (Vergleiche, Bauformen und Abweichungsgrenzen), Prinzip der Masseableitung, Stabilität der Einheit und Neudefinition Messprinzipien von Waagen, Einflussgrößen bei Massebestimmung (lokale Erdbeschleunigung, Luftauftrieb), Balkenwaage (unterschalige Waagen, Empfindlichkeit, Bauformen, oberschalige Waagen, Ecklastabhängigkeit), Federwaage, DMS, Verformungskörper, DMS-Waage, EMK-Waage, Massekomparatoren Drehmomentmessung (Reaktions- und Aktionsdrehmoment) • Teilgebiete der industriellen Messtechnik • Prozessmesstechnik: Messgrößen der Prozessmesstechnik Definition des Druckes, Druckarten (Absolutdruck, Überdruck, Differenzdruck) Druckwaage (Kolbenmanometer), U-Rohrmanometer und -Barometer, Rohrfedermanometer, Plattenfedermanometer Drucksensoren (mit DMS, piezoresistiv, kapazitiv, piezoelektrisch) Durchflussmessung (Volumenstrom und Massestrom, Strömung von Fluiden) volumetrische Verfahren, Wirkdruckverfahren, magnetisch-induktive Durchflussmessung, Ultraschall-Durchflussmessung Massedurchflussmessung (Coriolis, thermisch) • Fertigungsmesstechnik: Aufgaben, Methoden, Ziele und Bereiche der Fertigungsmesstechnik Gestaltparameter von Werkstücken (Mikro- und Makrogestalt), Geometrische Produktspezifikation (GPS), Gestaltabweichungsarten Geräte und Hilfsmittel der Fertigungsmesstechnik, Gegenüberstellung klassische Fertigungsmesstechnik

und Koordinatenmesstechnik, Auswertung Bauarten und Grundstruktur von Koordinatenmessgeräten Vorgehensweise bei Messen mit einem Koordinatenmessgerät

Inhalt (Übung):

- Grundlagen der Elektrotechnik (Wiederholung von Grundlagen)
- Statistik Auswertung von Messreihen (Histogramme, Hypothesentest, Konfidenzintervalle, statistischen Maßzahlen)
- Korrelation und Regression (Korrelationskoeffizient, Fehlerfortpflanzung, Residuenanalyse)
- Messabweichungen, Einführung in die Messunsicherheitsberechnung (Kompensation systematischer Abweichungen, Messunsicherheitsanalyse einer einfachen Messung)
- Elektrische Größen, Messelektronik und Analog-Digital-Umsetzung (Abweichungsberechnung bei der Strommessung, Anpassungsnetzwerk für ein Drehspulinstrument, Bereichsanpassung mit einem Operationsverstärker)
- Anwendung der Wheatstoneschen Brückenschaltung bei Messungen mit Dehnungsmessstreifen
- Messungen mit Fotodioden bei unterschiedlichen Betriebsarten
- Temperaturmesstechnik (Aufgaben zu Metall-Widerstandsthermometern und Pyrometern)
- Längenmesstechnik (Abbesche Prinzip, Induktivität eines Eisenkerns mit Luftspalt, Foliendickenmessung mittels einer kapazitiven Messeinrichtung)
- Messen von Kraft und Masse (Massewirkung, Balkenwaage, Federwaage, piezoelektrischer Kraftsensor)
- Prozessmesstechnik (Druck- und Durchflussmessung, U-Rohrmanometer, Corioliskraftmessung, Ultraschallmessverfahren, Turbinenzähler)
- Fertigungsmesstechnik (Standardgeometrieelemente, Angabe von Toleranzen, Prüfen von Rundheitsabweichungen mit Hilfe eines Feinzeigers)

Contents:

- General basics
- What is metrology: Metrology and braches, application fields, historical development of the unit system, SI unit system Definitions of SI units (cd, K, kg, m, s, A, mol) Quantity, quantity value Extensive and intensive quantities Measurement, measurand, measurement unit, measurement result, measured quantity value Correct use and notation of units and of quantity values Basic requirements for the measurement Traceability
- Principles, methods and procedures of measurement: Principles, methods and procedures of measurement Classification of measurement methods, deflection, differential, substitution and compensation measurement methods

Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement methods Characteristic curve, types of characteristic curves, analogue and digital measurement methods, continuous and discontinuous measurement, resolution, sensitivity, measuring interval Absolute and incremental measurement methods

- Statistics Evaluation of measurements series: Calculation of a measurement result based on measurement series Basic terms of descriptive statistics Presentation and interpretation of measured value distributions (histograms) Frequency (absolute, relative, cumulative, relative cumulative) Calculation and interpretation of basic parameters: location (mean, median, mode), dispersion (range, variance, standard deviation, coefficient of variation), shape (skewness, excess, kurtosis) Basic terms of stochastics, probabilities, distributions (rectangle, U and normal distribution), central limit theorem, statistical moments Basic terms of analytical statistics, statistical tests and statistical estimation methods Correlation and regression
- Measurement errors and measurement uncertainty: Measured value, true value, key comparison, conventional quantity value Influences on the measurement (Ishikawa diagram) Measurement error (absolute, relative, systematic, random) Handling of errors, correction of known systematic measurement errors Calibration, verification, legal verification Measurement precision, accuracy and trueness Repeatability conditions and repeatability, intermediate precision condition and measurement precision, reproducibility condition of measurement and reproducibility Error propagation law (old concept), measurement uncertainty, definitional uncertainty, overview of standard method of the GUM (measurement uncertainty), correct specification of a measurement result
- Mesurands of the SI system of units
- Measurement of electrical quantities: SI base unit Ampere, resistance and voltage standards, measurement of current and voltage, Lorentz force, moving coil instrument, range adjustment Resistance measurement, current and voltage correct measurement, Wheatstone bridge circuit (quarter, half and full bridge, differential method and compensation method) Characteristic values of sinusoidal alternating quantities, moving iron instrument, alternating voltage bridge Measuring signals, dynamic characteristic functions and characteristics, transfer functions (frequency responses) Digitalisation chain, time and value discretization, aliasing, Shannons sampling theorem, filter, operational amplifier (inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, inverting summing amplifier, differential amplifier, integrating amplifier, differentiating amplifier, instrumentation amplifier), sample-and-hold device, analogue-digital conversion, errors of

analogue-to-digital conversion Universal measuring devices (digital multimeter, analogue and digital oscilloscopes)

- Measurement of optical quantities: Light and properties of light Sensitivity spectra of the eye Radiometry and photometry SI base unit candela (cd, luminous intensity) Radiant flux, radiometric (photometric) fundamental law, photometric and radiometric quantities Radiation laws Photo detectors (photo resistors, photo diodes, modes of operation, designs, CCD and CMOS sensors)
- Measurement of temperatures: Temperature, SI base unit Kelvin, definition, heat transfer (conduction, convection, radiation) Thermodynamic temperature Primary and secondary temperature measurement methods, practical temperature scales, fixpoints (triple points, freezing points), fixpoint cells, classical temperature scales, International Temperature Scale (ITS-90) Contact thermometers, thermal measurement errors, thermal expansion, gas thermometer, liquid thermometer, bimetal thermometer, metal resistance thermometers (characteristic curve, accuracy, designs, circuits), thermocouples (Seebeck effect, designs, extension wires, measurement circuits) Radiation thermometer (principle, radiation laws, pyrometers, measurement errors)
- Time and frequency: SI base unit second, time measurement (tasks, history, mechanical clocks, quartz clock, atomic clock) Representation of time Propagation of UTC Global Positioning System (GPS) Frequency and phase angle measurement
- Length: SI base unit metre Calliper, Abbe comparator principle, micrometer, errors 1st and 2nd order Length measurement with linear encoders (motion direction, output signals, differential signals, demodulation) Absolute coding (V-Scan and Gray code) Interferometry, Michelson interferometer, transversal electromagnetic waves, basics of interference, destructive and constructive interference, homodyne principle, heterodyne principle, interference on homodyne interferometer, demodulation at homodyne and heterodyne interferometer, influence of air refractive index, realisation of the metre definition, reflectors and assembly of interferometers, inductive length measurement, capacitive length measurement, time of flight measurement
- Mass, force and torque: SIbase unit kilogram, definition of mass, force and torque Mass standards (comparisons, types, deviation limits), principle of mass dissemination, stability of the unit and redefinition Measurement principles of weighing, influences for mass determination (local gravitational acceleration, air buoyancy), beam balance (hanging pan balances, sensitivity, types, top pan balances, corner load sensitivity), spring balance, DMS, deformation elements, DMS balance, EMC balance, mass comparators Measurement of torque (reactive and active)

		• Branches of industrial metrology • Process measurement technology: Quantities of process measurement technology Definition of pressure, pressure types (absolute pressure, overpressure, differential pressure) Deadweight tester (piston manometer), U-tube manometer and barometer, bourdon tube gauge, diaphragm pressure gauge Pressure sensors (with DMS, piezoresistive, capacitive, piezoelectric) Flow measurement (volume flow and mass flow, flow of fluids) Volumetric method, differential pressure method, magneto-inductive flowmeter, ultrasonic flow measurement Mass flow rate measurement (Coriolis, thermal) • Manufacturing metrology: Tasks, methods, objectives and branches of manufacturing metrology Form parameters of workpieces (micro-and macro-shape), geometrical product specification (GPS), geometrical tolerances Comparison of classical manufacturing metrology and coordinate metrology, evaluation Designs and basic structure of coordinate measuring machines Procedure for measuring with a coordinate measuring machine

6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Wissen*
		• Die Studierenden kennen grundlegende statistische Methoden zur Beurteilung von Messergebnissen und Ermittlung von Messunsicherheiten.
		• Die Studierenden kennen grundlegende Messverfahren zur Erfassung der Messgrößen aller SI-Einheiten.
		• Die Studierenden kennen das Basiswissen zu Grundlagen der Messtechnik und messtechnischen Tätigkeiten.
		• Die Studierenden haben Grundkenntnisse zur methodisch-operativen Herangehensweise an Aufgaben des Messens statischer Größen, zum Lösen einfacher Messaufgaben und zum Ermitteln von Messergebnissen aus Messwerten.
		Verstehen
		• Die Studierenden können die Eigenschaften von Messeinrichtungen und Messprozessen beschreiben.
		• Die Studierenden können das Internationale Einheitensystem und die Rückführung von Messergebnissen beschreiben.
		Anwenden
		• Die Studierenden können einfache Messungen statischer Größen durchführen.
		• Die Studierenden können Messunsicherheiten komplexer Messeinrichtungen bei gegebenen Eingangsgrößen berechnen.
		Evaluieren (Beurteilen)
		•
		  ° The students know basic statistical methods for the evaluation of measurement results and the determination of measurement uncertainties.
		  ° The students know basic measuring methods for the record of measured values for all SI units.

		° The students have basic knowledge of fundamentals of metrology and metrology activities. ° The students have fundamental knowledge for methodological and operational approach to measuring tasks of static measurement types, to solve basic measurement tasks and to establishing measurement results from measurement values. ° The students are able to describe the characteristics of measuring instruments and measurement processes. ° The students are able to describe the international system of units (SI) and the traceability of measurement results ° The students are able to run basic measurements of static measurands. *Evaluating* The students are able to evaluate measuring systems, measurement processes and measurement results. Students are able to calculate the measurement uncertainty of complex measuring systems for given input variables.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Qualitätsmanagement und Messtechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5

		Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3 Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4 Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0. Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9

Schwerpunkt Physiologie

1	**Modulbezeichnung** 22800	**Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner** Anatomy and physiology for non-medical students	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Jana Dahlmanns Prof. Dr. Peter Soba Prof. Dr. Christian Alzheimer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jana Dahlmanns apl.Prof.Dr. Clemens Forster
5	**Inhalt**	• Wissensvermittlung zu Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie • Wissensvermittlung von wichtigen medizinischen Fachbegriffen • Wissensvermittlung von relevanten und häufigen Krankheitsbildern • Wissensvermittlung von relevanten Methoden beim biologischen und technischen Sehen • Diskussion von Methoden und Theorieansätzen, um relevante medizinische Fragestellungen erkennen zu können • Kritische Betrachtung von den wichtigsten bildgebenden Verfahren in wichtigen Krankheitsbildern • Darstellung der Organisationsstrukturen von diagnostischen Prozessen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die wichtigsten und häufigsten medizinische Fachbegriffe • sind vertraut mit den Grundlagen der Anatomie und der Physiologie • kennen wichtige Krankheitsbilder • verstehen und erklären medizinische Fragestellungen in der Diagnostik und Therapie anhand von Beispielen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Physiologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22860	**Biosignalverarbeitung** Biosignal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Physiologie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Schwerpunkt Bildverarbeitung

1	**Modulbezeichnung** 93109	**Computational Magnetic Resonance Imaging** Computational magnetic resonance imaging	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Magnetic Resonance Imaging Vorlesung (2 SWS) Übung: Computational Magnetic Resonance Imaging Uebung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jinho Kim Prof. Dr. Florian Knoll	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Florian Knoll
5	**Inhalt**	Computational Magnetic Resonance Imaging provides a deeper look into computational and machine learning methods for the inverse problem of MRI data acquisition and image reconstruction. It is organized as a series of lectures with accompanying programming exercises. In the exercises, students will use Matlab or Python and PyTorch to implement and test the different methods discussed in class. Topics covered will include but are not limited to: • Recap of MR signal and encoding, Fourier imaging • Introduction to the inverse problem of imaging • Partial Fourier imaging • Parallel imaging • Compressed sensing • Machine Learning in MRI
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After completing this course, students will be able to: • Understand the theory and algorithms of MR data acquisition and image reconstruction • Apply them themselves in real-world MR imaging tasks
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Z.P. Liang. Constrained Reconstruction Methods in MR Imaging. http://mri.beckman.illinois.edu/resources/liang_1992_constrained_imaging_review.pdf D. Nishimura. Principles of Magnetic Resonance Imaging. https://www.lulu.com/en/us/shop/dwight-nishimura/principles-of-magnetic-resonance-imaging/paperback/product-1nqdq4j2.html?page=1&pageSize=4 M. Bernstein. Handbook of MRI Pulse Sequences. https://www.amazon.com/Handbook-Pulse-Sequences-Matt-Bernstein/dp/0120928612

1	**Modulbezeichnung** 44145	**Computer Architectures for Medical Applications** Computer architectures for medical applications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey

5	**Inhalt**	Basiskomponenten eines Rechners
		•
		  ° RISC-/CISC-Prozessoren
		  ° Speicherarchitektur und -hierarchie (Caches, Arbeitsspeicher, Hintergrundspeicher)
		  ° Parallele Programmierung
		  ° Leistungsmdellierung von Multicore- und Parallerechnern
		  ° Umsetzung eines CT-algorithmus auf GPUs und Multi-Core-Rechnener

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Studierende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen. Verstehen Studierende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben. Anwenden Studierende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozesorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen. Analysieren Studierende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten. Lern- bzw. Methodenkompetenz Studierende erwerben die Fähigkeit selbstständig Programme zur Durchführung einer Beispiel CT-Analyse auf Parallelprozessoren zu erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 46820	**CT Reconstruction**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 355271	**Medical Physics in Nuclear Medicine** Medical physics in nuclear medicine	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Physics in Nuclear Medicine (SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Philipp Ritt Andreas Grings	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Philipp Ritt
5	**Inhalt**	With this module, participating students should increase and consolidate their knowledge and understanding of medical physics in the field of Nuclear Medicine. For this, all necessary physical foundations and principles will be taught in order that the students are able to explain, interpret, and apply these (for example calculations for the interaction of photons and electrons with matter). With these foundations, the students compare different types of detectors for spatially-resolved photon detection, formulate the principles of imaging in nuclear medicine, and transfer this knowledge to 3-dimensional emission computed tomography. The students differentiate Positron Emission Tomography (PET) and Single-Photon Emission Computed Tomography (SPECT) and understand the principle of 3-D image reconstruction from projection data. They acquire differentiating criteria and quality metrics for image data and use them for assessing reconstruction- and correction methods of PET and SPECT. The students use their acquired knowledge of emission tomography and other imaging modalities such as CT and MRI in order to explain the function principle of multimodal devices such as SPECT/CT, PET/CT, and PET/MRI and in order to evaluate their pros and cons. The students differentiate the relevant application fields of Nuclear Medicine imaging, which are therapeutic, diagnostic and pre-clinical research and interpret the according image data. Based on the acquired competences and with methods obtained from literature review, the students develop solutions for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies and calculate radiation organ doses for representative data. The students translate theory, principle, and rationale of quality assurance of imaging devices to practice and explain the underlying effects. With help of rules and standards, the students understand principles and core of radiation protection and apply these to the field of Nuclear Medicine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Competences: The students acquire professional and methodical competences in the following aspects: They are able to

		• understand and apply the physical principles of nuclear medicine • differentiate the multiple approaches of spatially resolved photon detection and apply them to 3-D emission tomography (PET, SPECT) • explain and differentiate multiple reconstruction methods such as e.g. back-projection and iterative reconstruction • distinguish the most important image-influencing effects (partial volume, attenuation, scattering) and outline according correction methods • characterize multimodal imaging devices (e.g. SPECT/CT, PET/CT), name and assess their pros and cons • describe and differentiate the most important clinical and pre-clinical applications of emission tomography • deduce and apply methods for image based dosimetry in Nuclear Medicine therapies • name appropriate quality control procedures of imaging devices and characterize/differentiate the underlying effects • report the legal and methodical principles of radiation protection and apply them to the field of Nuclear Medicine
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel **First exam attempt only available in WS; SS exam only for mandatory repeat exam.**
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44481	**Visual Computing in Medicine** Visual computing in medicine	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Visual Computing in Medicine 1 (2 SWS) Vorlesung: Visual Computing in Medicine 2 (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Peter Hastreiter PD Dr. Thomas Wittenberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Thomas Wittenberg
5	**Inhalt**	Die Flut und Komplexität medizinischer Bilddaten sowie die klinischen Anforderungen an Genauigkeit und Effizienz erfordern leistungsfähige wie auch robuste Konzepte der medizinischen Datenverarbeitung. Auf Grund der Vielfalt an Bildinformation und ihrer klinischen Relevanz spielt der Übergang von der Messung medizinischer Bilddaten (u.a. MRT, CT, PET) hin zur Analyse der Bildinhalte eine wichtige Rolle. Durch die visuelle Wiedergabe der abstrakten Daten können sowohl technische als auch medizinische Aspekte anschaulich und intuitiv verstanden werden. Aufbauend auf einem Regelkreis zur Verarbeitung medizinischer Bilddaten werden im ersten Teil (Visual Computing in Medicine I) die Eigenschaften medizinischer Bilddaten sowie grundlegende Methoden und Verfahren der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung im Zusammenhang vermittelt. Beispiele aus der Praxis erläutern den Bezug zur medizinischen Anwendung. Darauf aufbauend werden im zweiten Teil (Visual Computing in Medicine II) konkrete Lösungsansätze für die Diagnose und Therapieplanung komplexer Krankheitsbilder erläutert. Es wird gezeigt, wie grundlegende Methoden ausgewählt und zu praktisch anwendbaren Gesamtkonzepten zusammengefasst werden. An Beispielen wird der Bezug zu Strategien und Anforderungen in der industriellen Entwicklung und klinischen Anwendung hergestellt. Ergänzend werden komplexe Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisierung ausführlich besprochen. The flood and complexity of medical image data as well as the clinical need for accuracy and efficiency require powerful and robust concepts of medical data processing. Due to the diversity of image information and their clinical relevance the transition from imaging to medical analysis and interpretation plays an important role. The visual representation of abstract data allows understanding both technical and medical aspects in a comprehensive and intuitive way. Based on a processing pipeline for medical image data an overview of the characteristics of medical image data as well as fundamental methods and procedures for medical image analysis and visualization is given. Examples of clinical practice show the relation to the medical application. Based on VCMed1 the lecture VCMed2 discusses practical approaches for the diagnosis and therapy planning of complex diseases. It will be shown how fundamental methods are selected and integrated to practically applicable concepts. Examples demonstrate the relation to strategies and requirements in clinical practice and the industrial

		development process. Additionally, complex methods of medical image analysis and visualization will be explained.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Visual Computing in Medicine I* Die Studierenden • erhalten einen Überblick zu Grundlagen und Unterschie-den medizinischer Bildgebungsverfahren • erwerben fundierte Kenntnisse über Gitterstrukturen, Da-tentypen und Formate medizinischer Bilddaten • üben an Beispielen die Erkennung und Interpretation un-terschiedlicher Bilddaten • erwerben Kenntnisse zu Verfahren der Vorverarbeitung, Filterung und Interpolation medizinischer Bilddaten sowie zu grundlegenden Ansätzen der Segmentierung • erlernen Prinzipien und Methoden der expliziten und im-pliziten Bildregistrierung und erhalten einen Überblick zu wichtigen Verfahren der starren Registrierung • erwerben fundierte Kenntnisse zu allen Aspekten der me-dizinischen Visualisierung (2D, 3D, 4D) von Skalar-, Vek-tor-, Tensordaten • erhalten an einfachen Beispielen einen ersten Eindruck, wie sich Visualisierung zur Steuerung von Bildanalysever-fahren und für die medizinische Diagnostik einsetzen lässt The students • get an overview of the basic principles and differences of medical imaging methods, • acquire profound knowledge about grid structures, data types and formats of medical image data, • use sample data to recognize and interpret different image data, • acquire knowledge about methods of preprocessing, filtering and interpolation of medical image data as well as on basic approaches of segmentation, • learn the principles and methods of explicit and implicit image registration and get an overview of important procedures of rigid registration, • acquire profound knowledge about all aspects of medical visualization (2D, 3D, 4D) of scalar, vector, tensor data, • get a first impression of how visualization can be used to control image analysis and medical diagnostics. *Visual Computing in Medicine II* Die Studierenden • erwerben aus Sicht der medizinischen Anwendung und konkreter Lösungsstrategien einen Einblick in komplexe Ansätze zur Bearbeitung wichtiger Krankheitsbilder • lernen die Anforderungen an und die Verknüpfung von Methoden der medizinischen Bildanalyse und Visualisie-rung zur Bearbeitung kardiologischer, neurologischer, on-kologischer und strahlentherapeutischer Fragestellungen

		• erhalten einen Überblick zu komplexen Krankheitsbildern als Grundlage für effektive und effiziente Lösungen • erwerben erweiterte Kenntnisse zur multimodalen Bildregistrierung mit nichtstarren Transformationen • erhalten vertieftes Wissen zu komplexen und aktuellen Themen der medizinischen Visualisierung (u.a. Integrationsverfahren, Transferfunktionen, Beschleunigungstech-niken mit Grafikhardware) The students • gain an insight into complex approaches to the treatment of important disease patterns from the point of view of medical application and specific solution strategies • learn the requirements and the linking of methods of medical image analysis and visualization for the processing of cardiological, neurological, oncological and radiotherapeutic questions • get an overview of complex disease pictures as a basis for effective and efficient solutions • acquire advanced knowledge to process multimodal image data using advanced methods • receive in-depth knowledge on complex and up-to-date topics of medical visualization (including integration procedures, transfer functions, acceleration techniques with graphics hardware)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• B. Preim, C. Botha: Visual Computing for Medicine, Morgan Kaufmann Verlag, 2013 • B. Preim, D. Bartz: Visualization in Medicine - Theory, Algorithms, and Applications, Morgan Kaufmann Verlag, 2007 • H. Handels: Medizinische Bildverarbeitung, Bildanalyse, Mustererkennung und Visualisierung für die computergestützte

		ärztliche Diagnostik und Therapie, Vieweg und Teubner Verlag, 2009 • P.M. Schlag, S. Eulenstein, Th. Lange: Computerassistierte Chirurgie, Elsevier Verlag, 2010 • E. Neri, D. Caramella, C. Bartolozzi: Image Processing in Radiology, Springer Verlag, 2008

Schwerpunkt Biometrie

1	**Modulbezeichnung** 22101	**Biometrie und Epidemiologie** Biometrics and epidemiology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Grundkurs: Datenanalyse in Biometrie und Epidemiologie (BA Mol Medizin) (2 SWS) Vorlesung: Biometrie und Epidemiologie (BA Molekular-Medizin) (1 SWS) Übung: Biometrie und Epidemiologie (BA Molekular-Medizin) (1 SWS)	- 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Olaf Gefeller Dr. Sebastian Meyer Prof. Dr. Annette Pfahlberg PD Dr. Benjamin Hofner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Olaf Gefeller
5	**Inhalt**	• Studienplanung beobachtender und experimentell intervenierender Studien in der Medizin • Epidemiologische Studiendesigns und Maßzahlen • Deskriptive Datenbeschreibung • Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung • Korrelations- und Regressionsanalyse • tatistische Methoden zur Evaluation diagnostischer Verfahren • Statistische Schätz- und Testverfahren • Überblick über gebräuchliche statistische Tests • Überlebenszeitanalyse • Einführung in eine statistische Programmiersprache • Umsetzung methodischer Techniken in die praktische Datenanalyse in einer statistischen Programmierumgebung • Projektarbeit Datenanalyse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben einen Überblick über epidemiologische und biometrische Herangehensweisen und Argumentationen, • erlernen ein breites Spektrum methodischer Techniken der angewandten Statistik zur Analyse der Beziehung zwischen Risikofaktoren und Krankheiten sowie zur Effektivität therapeutischer Interventionsmaßnahmen, • können Probleme und Schwachstellen epidemiologischer Beweisführungen benennen und kritisch reflektieren, • können nach Absolvieren des Blockpraktikums die methodischen Vorgehensweisen selbständig in einer statistischen Programmierumgebung praktisch auf die Analyse von Datensätzen anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Biometrie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Computerintegrierte Produktion

1	**Modulbezeichnung** 95340	**Automotive Engineering I** Automotive engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automotive Engineering 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Jan Fröhlich Jean-Marc Gales Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Die Vorlesung ist an alle ingenieurwissenschaftliche Studiengänge und Studierenden mit Interesse an einer Tätigkeit in der Automobilindustrie oder deren Umfeld gerichtet. Es werden die Themen der Produktentstehung bis zur Fertigung und Vertrieb beleuchtet. Dabei wird der Aspekt des interdisziplinären Agierens aus unterschiedlichen Blickwinkeln dargestellt. Zum einen werden Einblicke in die technische, konstruktive Umsetzung von wesentlichen Elementen eines Automobils gestreift, zum anderen sollen aber auch strategische und betriebswirtschaftlich bestimmende Größen vermittelt und deren Bedeutung für den Ingenieur vertieft werden. Ziel ist es ein Gesamtverständnis für den Komplex der Automobilindustrie zu vermitteln. Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünschen weltweit. Lernen Sie die Herausforderungen für die Ingenieurwissenschaften in der Automobilindustrie kennen, die Zusammenhänge verstehen und die Lösungen zu erarbeiten. Folgende thematischen Schwerpunkte werden in der Vorlesung behandelt: • Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie. • Die Produktentstehung • Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie • Integrierte Absicherung • Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien • Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe • Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation • Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien • Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen • Entwicklung der Fahrdynamik • IT-Systeme in der Automobilindustrie • Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport) • Qualitätsmanagement

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage: • Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95270	**Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System** Machine tools as a mechatronic system	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Anders Eva Russwurm Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm
5	**Inhalt**	• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau • Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software • Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen • CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine • Parallelkinematik-Maschinen • Evolution der Drehmaschinen • Vertikale und horizontale IT-Integration
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern. • Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen. • eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden. • Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen. • die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären. • Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern. • Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen. • Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94951	**Grundlagen der Robotik** Fundamentals of robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Die Veranstaltung Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Im Rahmen der Veranstaltung werden zunächst die Grundlagen der modernen Robotik erläutert und anschließend fachspezifische Grundlagen zur Konzeption, Implementierung und Realisierung von Robotersystemen vermittelt. Hierbei liegt der Fokus neben klassischen Industrierobotern auch auf neuen Robotertechnologien für den Service-, Pflege- und Medizinbereich. Im Rahmen der letzten Vorlesungseinheiten sowie der Übungseinheiten werden dem Hörer weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Die Veranstaltung umfasst hierfür die nachfolgenden Themenschwerpunkte: • Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik • Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin • Sensorik und Aktorik für Robotersysteme • Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen • Steuerung, Regelung und Bahnplanung • Varianten der Roboterprogrammierung • Planung und Simulation von Robotersystemen • Robot Operating System (ROS) • Computer Vision (OpenCV)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Ziel der Vorlesung ist, den Studierenden einen fundierten Überblick über aktuelle Roboterapplikationen zu vermitteln sowie die grundlegenden Bauformen, Begrifflichkeiten und gesetzlichen Rahmenbedingungen vorzustellen. Darauf aufbauen werden die notwendigen technischen Grundlagen moderner Robotersysteme sowie die Programmierung eines Roboters mit ROS erlernt. Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage: • Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen. • Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen, • die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,

		• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren • sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010 Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Maschinenbau Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94947	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering** Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ulrich Löwen
5	**Inhalt**	Der Industrie-Anlagenbau ist durch hohe technische Komplexität und ein hohes Maß geschäftlicher Risiken gekennzeichnet. Dieses Geschäft hat allerdings für Hochlohnländer wie Deutschland eine strategische Bedeutung: Einerseits ermöglicht die Beherrschung dieser Art von Geschäft die Generierung von nachhaltigen Wettbewerbsvorteilen, da aufgrund der Komplexität ein Kopieren" für Mitbewerber nicht zielführend ist. Andererseits generiert diese Geschäftsart aufgrund der engen Zusammenarbeit mit konkreten Kunden permanent Innovationsideen, welche direkt am Markt eingesetzt und erprobt werden können, sodass dadurch eine Zukunftsorientierung und -sicherung gegeben ist. Allerdings gibt es derzeit keine wissenschaftliche Community, die sich dieser Fragestellung umfassend annimmt. Es ist daher wichtig, den nachwachsenden Generationen von Jungingenieuren die strategische Bedeutung des Themas und mögliche Lösungskonzepte frühzeitig zu vermitteln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sollen ein Bewusstsein im Hinblick auf die Potentiale und Risiken des Projektgeschäfts, des Engineerings bzw. der Systemintegration im Kontext von Industrieanlagen entwickeln. Dazu werden branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, -Methoden und -Prozesse vermittelt. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Startpunkt aller Betrachtungen sind jeweils die Treiber aus geschäftlicher und technischer Sicht, die in ihren prinzipiellen Wechselwirkungen untereinander betrachtet werden. Auf dieser Basis werden die Anforderungen an Lösungsansätze bezüglich Geschäftsmodellen, Strategien, Konzepten und Methoden abgeleitet und diskutiert. • Die behandelten Themen werden durch praktische Beispiele aus dem Umfeld des Siemens Konzerns illustriert. Ziel ist dabei, Beispiele aus möglichst unterschiedlichen Geschäften (z.B. Walzwerke, Kraftwerke, Energieübertragung und -verteilung, Logistik, etc.) zu nutzen, um die Gemeinsamkeiten, aber auch Unterschiede transparent zu machen. • Die vorgestellten branchen- und domänenübergreifenden Lösungsansätze in Form von Strategien, Konzepten, Methoden, etc. werden in ein gesamtheitliches Rahmenwerk eingeordnet, um so die Querbezüge und Abhängigkeiten zu verdeutlichen.

		Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen, • grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen • sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der projektbasierten industriellen Branchen, so z. B. im allgemeinen Maschinen-, insbesondere aber im (Groß-) Anlagenbau erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Maschinenbau Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94946	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service** Industry 4.0 - Application scenarios in production and service	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Löwen Jonathan Fuchs	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Die IT-Durchdringung in der produzierenden Industrie nimmt rasant zu. Der nutzenstiftende Einsatz von IT bei der Gestaltung von Wertschöpfungsprozessen hat für Deutschland eine zentrale strategische Bedeutung. Diese Trends werden unter Begriffen wie Industrie 4.0" und Industrial Internet" bzw. Internet of Things" weltweit diskutiert. Dabei treffen doch recht unterschiedliche Sichtweisen aufeinander. In der Vorlesung werden diese Trends und Visionen anhand von ausgewählten Anwendungsszenarien erläutert. Außerdem werden die dafür zum Verständnis notwendigen Grundlagen erklärt. Ziele: • Bewusstseinsschärfung bezüglich der Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie • Verständnis von Geschäftstreibern, technischen Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie • Vermittlung Branchen- und Domänen-übergreifender Prozesse und Methoden in der produzierenden Industrie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Den Studierenden sollen die Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie sowie branchen- und domänenübergreifender Prozesse und Methoden vermittelt werden. Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Methodische und konsequente Trennung der Diskussion von Problemperspektive, konzeptioneller Lösungsperspektive und technischer Umsetzungsperspektive • Umfassendes Gesamtverständnis bezüglich der oft sehr vielschichtigen wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge (zu Lasten eines tiefen technischen Detaildiskussion) • Betonung des für einen Anwender gestifteten (geschäftlichen) Nutzens und der möglichen Alleinstellungsmerkmale für einen Standort Deutschland Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage: • die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld der Digitalisierung in der Produzierenden Industrie in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen

		• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 319238	**Industrie 4.0 für Ingenieure** Industry 4.0 for engineers	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik bietet im Sommersemester die Vorlesung Industrie 4.0 für Ingenieure" als technisches Wahlmodul an. Diese Ringvorlesung wird von renommierten Mitgliedern der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI, www.wgmhi.de) gehalten, die ausgehend von ihren jeweiligen Fachgebieten in den Themenkomplex Industrie 4.0" einführen. Folgende Themengebiete rund um die Digitalisierung werden unter anderem behandelt: • Industrierobotik • Netzwerk- und Cloudtechnologien • Software und Steuerung • Der Mensch in I4.0 • Industrial Data Science.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Den Studierenden sollen die Auswirkungen und technischen Ausprägungen des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen sowie branchen- und domänenübergreifende Prozesse und Methoden vermittelt werden. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage: • die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld von Industrie 4.0 in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen • anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen zu verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010 Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Maschinenbau Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur, Dauer (in Minuten): 60

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97123	**Integrated Production Systems** Integrated production systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Integrated Production Systems (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Bernd Hofmann Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	• Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems • Production organization in the course of time • The Lean Production Principle (Toyota Production System) • The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production • Visual management as a control and management instrument • Demand smoothing as the basis for stable processes • Process synchronization as the basis for capacity utilization • Kanban for autonomous material control according to the pull principle • Empowerment and group work • Lean Automation - "Autonomation" • Fail-safe operation through Poka Yoke • Total Productive Maintenance • Value stream analysis and value stream design • Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering) • OEE analyses to increase the degree of utilization • Quick Setup (SMED) • Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen) • Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa) • administrative waste • Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully attending the course, students should be able to • Understand the importance of holistic production systems; • Understand and evaluate Lean Principles in their context; • to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools; • To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94920	**International Supply Chain Management** International supply chain management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: International Supply Chain Management (vhb) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Daniel Utsch Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Contents: The virtual course intents to give an overview on the main tasks of a supply chain manager in an international working environment: • Goals and tasks • Methods and tools • International environment • Knowledge and experience of industrial practice • Cutting edge research on SCM For practical training, 3 additional Case Studies are executed as part of the course. Lehreinheiten / Units: • Integrated logistics, procurement, materials management and production • Material inventory and material requirements in the enterprise • Strategic procurement • Management of procurement and purchasing • In-plant material flow and production systems • Distribution logistics, global tracking and tracing • Modes of transport in international logistics • Disposal logistics • Logistics controlling • Network design in supply chains • Global logistic structures and supply chains • IT systems in supply chain management • Sustainable supply chain management
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After having completed this course successfully, the student will be able to • define the basic terms of supply chain management • understand important procurement methods and strategies • name and classify different stock types and strategies • analyse possibilities for cost reduction in supply chains • know and differentiate central IT systems of supply chain management • explain disposal and controlling strategies • recognise the main issues in international supply networks • know the possibilities of transformation to a sustainable supply chain • assess different modes of transport
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95068	**Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods** Machine learning for engineers II: Advanced methods	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (VHB) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN) • In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters • Specification of several regularization techniques for neural networks • Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully participating in this course, students should be able to • discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques • design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras • choose a suitable regularization technique in case of problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Electronic exam (online), 60min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012 2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009 3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 95067	**Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools** Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (VHB) (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	This is an introductary course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Maschinenbau Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Electronic exam (online), 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012 2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009 3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 97101	**Produktionssystematik** Production systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Produktionssystematik (2 SWS) Vorlesung: Produktionssystematik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Andreas Morello Jonathan Fuchs Martin Barth Sebastian Anders Baris Albayrak David Kunz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein: • Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können; • sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden; • die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen; • die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010 Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92880	**Robotics Frameworks** Robotics frameworks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics Frameworks (4 SWS) Übung: Exercise Robotics Frameworks (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl Dr.-Ing. Sebastian Reitelshöfer Nina Merz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	• Basic concepts of robotics • Basic concepts of the Robot Operating System • Simulation of robots in virtual environments • Computer vision and machine learning in the context of robotics • Path and gripping grasp planning • Localization, mapping and navigation of mobile robots • Flow control with state machines for complex robot tasks • Introduction to relevant software frameworks for specific tasks (Robot Operating System, Gazebo, OpenCV, Tensorflow) • Solving a complex practical task as a team
6	**Lernziele und Kompetenzen**	In this module, students independently implement advanced tasks in robotics and related topics such as simulation, computer vision and machine learning using concrete examples. In doing so, the students deal with various established software frameworks and learn how to use them. Students are taught the following technical and methodological competences: After completing the module, students will be able to • Classify important terms of robotics • Understand the challenges of modern robotics in relation to complex tasks and develop approaches to solve them. • Analyse and practically apply complex issues in robotics (robotics frameworks, simulation tools and frameworks for image processing and artificial intelligence) • Explain and apply methods of robot motion control and planning • Explain the self-localisation of mobile robots and examine it using examples The students additionally acquire and train the following personal and social competences within the framework of the team task: After completing the module, the students can • Independently solve preparatory tasks • Organize their working time • Work together with other students in a group in a goal-oriented manner • Assess their own strengths and use them in a targeted way in the team performance

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Prerequisites : Basic knowledge of programming languages C++ and Python, additional information can be found on StudOn
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94940	**Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens** Engineering fundamentals for resource-efficient and smart living	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Ebenso wie die Sektoren Verkehr und Industrie, gerät auch das private Wohnen zunehmend in das Spannungsfeld aus Ressourcenschonung und demografischem Wandel. Mit intelligenter Automatisierungstechnik ist es möglich, diesen Herausforderungen zu begegnen. Eine besondere Beachtung ist hier den soziologischen und ökonomischen Bedarfen zu schenken. Folgende Themenschwerpunkte werden im Rahmen der virtuellen Vorlesung adressiert: • Energieerzeugung, -speicherung und -verteilung im privaten Umfeld • Energieeffizient Wohnen mit intelligenter Automatisierungstechnik • Steigerung von Sicherheit und Komfort durch nutzergerechte Hausautomation • Betrachtung soziologischer, technologischer und ökonomischer Begleitfaktoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Bearbeitung der Lehrveranstaltung sollen Sie als Studierende folgende Lernziele erreicht haben: • Der Begriff Smart Home und die Interdependenzen seiner Domänen sind Ihnen bekannt • Sie kennen die Charakteristiken der technischen Anlagen zur Stromerzeugung und deren physikalischen Grundlagen • Sie sind fähig je nach Anforderung ein geeignetes Heizsystem auszuwählen • Sie kennen die Grundlagen zu Transport- und Verteilung elektrischer Energie • Die Problematik der Anbindung dezentraler, regenerativer Erzeugungsanlagen an das elektrische Versorgungsnetz ist Ihnen bekannt • Ein Überblick zu vorhandener Sensorik und Aktorik im AAL-Bereich herrscht vor • Sie kennen die charakteristischen Vor- und Nachteile der verschiedenen etablierten Kommunikationstechnologien im Smart-Home-Umfeld • Sie können Prozesse und Methoden aufzählen und erklären, die für eine technische Realisierung eines sich selbst organisierenden Smart Homes wichtig sind

		• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können • Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Computerintegrierte Produktion Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Projekt Modul

1	**Modulbezeichnung** 749454	**Advanced Game Physics**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	• Partikelsimulation • Kollisionserkennung und Behandlung • Beschleunigungsstrukturen für die Kollisionserkennung • Starrkörpersimulation • Stoffsimulation • Abschlussprojekt in Kleingruppen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern die mathematisch-physikalischen Grundlagen zur Modellierung von Partikelsystemen, festen Körpern und elastisch Stoffen • erlernen Konzepte und Strukturen, um eine Echtzeit Physiksimulation zu realisieren • veranschaulichen verschiedene Algorithmen der effizienten Kollisionsdetektion • implementieren alle Algorithmen aus den oben genannten Punkten auf moderner Graphik-Hardware in CUDA
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Physically Based Modeling: Principles and Practice, Andrew Witkin and David Baraff, https://www.cs.cmu.edu/~baraff/sigcourse/

		• GPU Gems 3: Programming Techniques for High-Performance Graphics and General-Purpose Computation, Nvidia • Game Physics, David H. Eberly • Position Based Dynamics, Matthias Müller • Position Based Fluids, Miles Macklin

1	**Modulbezeichnung** 93116	**AI-1 Systems Project** AI-1 Systems project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: AI-1 Systems Project (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase Jan Frederik Schaefer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This project complements the symbolic AI methods covered in the AI-1 Lecture with practical experience in implementing the algorithms or applying existing state-of-the-art libraries and systems. Practical areas of covered in this project include • Logic Programming • Rational Agents • Search (classical/adversarial) • Constraint Satisfaction/Propagation • Propositional/First-Order Reasoning • Knowledge Representation • Planning Project participants will work on multiple concrete problems/applications in small project teams. The results will be • evaluated using benchmark/problems and/or competitions between project teams. • documented in (short) project reports and be presented to the group.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • develop and implement algorithms or apply existing systems/ libraries to multiple symbolic AI Problems, • acquire hands-on experience in an established research field, • learn best practices in software development and documentation, • gain first experience in academic writing.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strong programming skills in any programming language.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 260 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93117	**AI-2 Systems Project** AI-2 Systems project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This project complements the statistical AI and Machine Learning methods covered in the AI-2 Lecture with practical experience in implementing the algorithms or applying existing state-of-the-art libraries and systems. Practical areas of covered in this project include • Probabilistic Reasoning • Bayesian/Decision Networks • Temporal Probability Models • MDP/POMDPs • Inductive Learning • Neural Networks • Statistical Learning • Natural Language Processing Project participants will work on multiple concrete problems/applications in small project teams. The results will be • evaluated using benchmark/problems and/or competitions between project teams. • documented in (short) project reports and be presented to the group.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • develop and implement algorithms or apply existing systems/ libraries to multiple symbolic AI Problems, • acquire hands-on experience in an established research field, • learn best practices in software development and documentation, • gain first experience in academic writing.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strong programming skills in any programming language.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 260 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44670	**AI Project: Computational Visual Perception** AI project: Computational visual perception	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Egger
5	**Inhalt**	This project complements the lecture Computational Visual Perception with the opportunity to extend the existing or perform another larger project. The goal is to apply or develop state-of-the-art techniques. Topics include: • Computational Cognitive Neuroscience • Perception of Faces • Statistical Shape Modelling • Computer Vision • Computer Vision applications • 3D Computer Vision • Neural scene representations • Adversarial robustness • Deepfake detection
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • develop, implement and explain algorithms or apply existing systems/libraries to above fields, • acquire hands-on experience in an established research field, • gain experience in academic writing.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Lecture Computational Visual Perception or equivalent • Basic Knowledge in Computer Graphics or Machine Learning
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 260 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44642	**Ausgewählte Projekte der Computergraphik (GraPro)** Selected projects in computer graphics (GraPro)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Ausgewählte Projekte der Computergraphik (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Frank Bauer Philipp Kurth Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	Wie entstehen eigentlich digitale Inhalte in einem Museum? In diesem Projekt-Seminar lernen Sie den zugrundeliegenden Ablauf in Zusammenarbeit mit dem Germanischen Nationalmuseum kennen. Dabei arbeiten Sie selbst an jedem Schritt mit: vom Scan im Museum über die 3D-Rekonstruktion und Aufbereitung der Daten (in Blender) bis zur inhaltlichen Gestaltung (mit Unity 3D) und finalen Veröffentlichung z.B. über Sketchfab. Durch das Semester werden Sie immer begleitet von Experten aus dem Germanischen Nationalmuseum, Mitarbeitern der Computergrafik und der Digital Humanities in Erlangen. So können Sie im Laufe des Semesters eine digitale Ausstellung von Anfang bis Ende interaktiv und spannend gestalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Erschaffen Lernende planen, entwerfen und produzieren unter Zuhilfenahme von typischen Werkzeugen der Computergrafik eine digitale Ausstellung für eine reales Museumsobjekt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Sie sollten bereits über grundlegende Programmierkenntnisse verfügen. Mögliche Vorlesungen sind z.B. AuD, IWGS oder GdI. Idealerweise haben Sie auch bereits Erfahrung im Umgang mit 3D-Software oder die Veranstaltung Computergrafik absolviert.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43932	**Computational Imaging Project** Computational imaging project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Computational Imaging Project (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Florian Knoll Dr.rer.nat. Zhengguo Tan	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Florian Knoll
5	**Inhalt**	Individual or group projects in the area of computational methods in biomedical imaging. The projects range from theoretical analysis to practical implementations of approaches that have recently been published in the literature. Students can either propose their own topics or contact the lecturer for a list of available topics. The project can be done either as 10 ECTS or a 5 ECTS depending on the scope of the work and the study program. If you want to do a project in this semester, please write an email to Prof. Knoll at the beginning of the semester to discuss possible topics.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students acquire and practice the skills to: • Read and discuss literature from the field of biomedical imaging • Implement approaches that are proposed in the literature • Run computational experiments and interpret and communicate their findings in lab meetings
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Computational Magnetic Resonance Imaging Lecture and Medical Engineering II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung The grade is determined by: 50% Software development of approaches from the literature. 25% Presentation of the software and the results in the lab group meeting. 25% Written documentation of the development in form of a project report (max 10 pages).
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	An individual reading list will be established at the beginning of each project.

1	**Modulbezeichnung** 504404	**Crypto Projekt** Crypto project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Crypto Projekt (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Schröder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Köhner Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	In diesem Projekt werden aktuelle Themen der angewandten Krvptographie praktisch bearbeitet. Vorkenntnisse im Bereich Kryptographie und der IT-Sicherheit sowie (je nach Projekt) gute Programmierkenntnisse sind erforderlich. Eine Liste aktueller Themen, die von den Studenten bearbeitet werden können, wird bei der Vorbesprechung präsentiert. Es können auch eigene Themen-Vorschläge eingereicht werden. In der Regel handelt es sich um Programmieraufgaben, ggf. verbunden mit Recherche- und Analyse-Teilen, die Bezug zur anwandten Kryptographie haben. Die Projekte sollen Semester-begleitend selbstständig oder in Gruppenarbeit bearbeitet werden. Die Deadline wird mit dem jeweiligen Betreuer vereinbart und erstreckt sich i.d.R. über ein Semester. Neben einem Programm muss eine schriftliche Ausarbeitung von ca. 10-25 Seiten abgegeben werden die die eigenen Ergebnisse darstellt. Nach einer ersten Vorbesprechung aller Kursteilnehmer, bei der die verschiedenen Projektthemen vorgestellt und vergeben werden, werden Einzeltermine mit dem jeweiligen Betreuer vereinbart. Erst nach Ende der Vorlesungszeit wird es wieder ein gemeinsames Treffen geben, in dem die Teilnehmer dann ihre Projekte vorstellen (ca. 30 Minuten Präsentation plus 10 Minuten Diskussion). Abgesehen von der Vorbesprechung und der Präsentation gibt es keine festen Termine. Der Kurs (Ausarbeitung, Vortrag und Besprechungen umfassend) sollte in der Regel in Englisch belegt werden. Das Projekt ist auf 10 Teilnehmer begrenzt. Melden Sie sich bitte über StudON an. Bei mehr als 10 Anmeldungen entscheidet nicht nur der Zeitpunkt der Anmeldung sondern vielmehr die Qualifikation und das Interesse des Studierenden. Die Anmeldung sollte daher neben Name, Matrikelnummer, Studiengang und Semester auch ein kurzes (max. halbe DIN A4 Seite) Schreiben enthalten. Eine Vergabe der Projektplätze erfolgt bis zur Vorbesprechung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Studierende können die Problemstellung zusammenfassen und in einem Vortrag vorstellen. Analysieren Die Studierende können die Sicherheit der kryptographischen Verfahren prüfen. Erschaffen Die Studierende können die erlernten kryptographischen Verfahren implementieren und dadurch neue Verfahren erstellen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mindestens ein bestandener Kurs (Vorlesung, Seminar oder Praktikum) am Lehrstuhl für Informatik 13
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 270 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 304635	**DIY - Individual prototyping and systems engineering (V+Ü+Projekt)** DIY - Individual prototyping and systems engineering	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltung erlernen und verwenden die Studierenden verschiedene Verfahren, Techniken und Prozesse zur konkreten Entwicklung von Protoypen mechatronischer Systeme, wie sie etwa in Forschungsprojekten zu systemnaher Software (z.B. Echtzeitsysteme, eingebettete Systeme) als Demonstrator Anwendung finden. Die Veranstaltung gibt hierbei einen breiten Überblick vom Entwurf bis zur konkreten Implementierung/Fertigung eines solchen Systems auf der mechanischen, elektrisch/elektronischen und der softwareseitigen Ebene mit einem Fokus auf die systemnahe Softwareentwicklung. Die Fertigungsaspekte werden insbesondere im Kontext des FAU FabLab und im Rahmen seiner Möglichkeiten behandelt. Nähere Informationen zum konkreten Inhalt in diesem Semester finden sich auf der unter "Weitere Informationen" verlinkten Veranstaltungsseite.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden • modellieren einfache zwei- und dreidimensionale Geometrien mithilfe gängiger Vektorgrafik- und CAD-Programme. • fertigen die modellierten Bauteile selbstständig mit Verfahren zur computerunterstützten Fertigung von Prototypen, insbesondere Fused Deposition Modeling ("3D-Druck") und Laserschneiden. • bereiten Modelle für darüber hinausgehende Fertigungsverfahren, insbesondere das CNC-Fräsen, vor, und können die Anforderungen an die Fertigung geeignet kommunizieren. • organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git. • programmieren Mikrocontroller in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette an. • erstellen einfache Schaltungen und setzen diese in einen Leiterplattenentwurf um, den sie mit gängigen Methoden fertigen und bestücken. • setzen einfache Sensoren und Aktoren ein. • nutzen die im FAU FabLab vorhandenen Werkzeuge und Maschinen für die Realisierung. Analysieren Die Studierenden

- erkunden gegebenen Programmcode grossen Umfangs und hoher Komplexität
- untersuchen, diskutieren und strukturieren Umsetzungsalternativen eines mechatronischen Prototypen hinsichtlich Entwurf, Spezifikation und Fertigung/ Implementierung der notwenigen Mechanik, Elektronik und Software.
- diskutieren die Fertigungsmöglichkeiten im Rahmen der im FAU FabLabs vorhandenen Einrichtung sowie dem zur Verfügung stehenden Budget.

Evaluieren (Beurteilen)
Die Studierenden

- beurteilen die Eignung von Fertigungsverfahren zur Umsetzung einer konkreten Anforderung
- beurteilen Qualität, Korrektheit und Richtlinienkonformität ihres eigene Programmcodes.
- analysieren und testen ihre Entwicklungen.
- beschreiben, bewerten und kritisieren das eigene und das Vorgehen Dritter bei der Realisierung von (mechatronischen) Prototypen.
- beurteilen das eigene Konzept hinsichtlich der Umsetzbarkeit mit den zur Verfügung stehenden Fertigungsmitteln und Ressourcen.

Erschaffen
Die Studierenden

- setzen eine Idee für ein mechatronisches System in ein Konzept und anschließend einen lauffähigen Prototypen um
- können dies als interdisziplinäres Projekt durchführen
- können eine umfangreiche Aufgabenstellung in Teilbereiche aufteilen und als Gruppe bearbeiten
- verstehen die Arbeitsschritte bei der Entwicklung eines mechatronischen Systems.
- planen und entwickeln Treiber für Periperhie (Sensoren/ Aktoren).
- planen und entwickeln systemnahe Programme zur Interaktion mit Geräten im Zusammenspiel mit den entwickelten Gerätetreibern.
- konzipieren, planen und entwickeln systemnahe Software, Systemsoftware oder Bestandteile eines Betriebssystemkerns; erstellen Dokumentation und präsentieren ihr Vorgehen.
- erstellen Analysen und Präsentationen eigener und fremder Arbeit und tragen diese in geeigneter Weise vor einem Fachpublikum vor.
- implementieren ihre Anwendung auf Basis eines Echtzeitbetriebssystems (z.B. ecos, ERIKA, o.ä.).
- fertigen ihren Prototypen im FAU FabLab mit den dort zur Verfügung stehenden Mitteln und unter Einsatz minimaler Ressourcen.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

		Die Studierenden • verwenden gängige Werkzeuge der Softwareentwicklung, Anwendungsentwicklung, zur Konstruktion von mechanischen und elektronischen Komponenten. • stellen technische, methodische und soziale Sacheverhalte geeignet dar. • arbeiten sich selbstständig in Fragestellungen außerhalb ihres angestammten Fachgebiets ein • entwicklen eigenständig Lösungs- und Anwendungskonzepte für abstrakte Fragestellungen eines vorgegebenen Themenkomplexes und bewerten diese in ihrem spezifischen Kontext. • erschließen sich weite Themenfelder anhand selbst gewählter Beispiele und stellen die dabei gewonnenen Erkenntnisse geeignet dar. Selbstkompetenz Die Studierenden • sind in der Lage mit Misserfolgen, Kritik und Änderungswünschen umzugehen. • übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Projekt, setzten sich selbst Arbeits- und Verhaltensziele setzen und handeln vernunftbetont. • kennen die Grenzen ihres Wissens und die Nachteile einfacher Standardansätze. • überwinden Berührungsängste im Kontakt mit Dritten. Sozialkompetenz Die Studierenden • organisieren selbständig die gemeinsame Bearbeitung der Übungsaufgaben und lösen diese kooperativ in kleinen Gruppen. • lernen eigene Fähigkeiten in die Gruppe einzubringen. • gehen professionell mit Kritik an eigener Arbeit um und beziehen berechtigte Kritik in ihre zukünftige Arbeitsweise ein. • verhalten sich angemessen beim kritisieren fremder Arbeit gegenüber dem Ersteller dieser Arbeit oder Dritten. • erkennen und befolgen geschriebene und ungeschriebene Regeln im Umfeld offener Werkstätten (insb. FabLabs); verhalten sich angemessen bei möglichen Konfliktsituationen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio

11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93190	**Fabrication Project**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	This project (M.Sc.-level practical) conveys hands-on experience with computer-aided fabrication, chiefly 3D printing. The target audience are M.Sc. Computer Science students with an interest in Visual Computing, and the module will capitalise on computer science skills. As part of the project, students will work on five consecutive assignments (marked), in groups of 2 or 3 students. All assignments are self-contained, teaching students through hands-on experiences. All assignments will allow students to obtain extra points through creative solutions and original ideas. Especially the final assignment is large "freestyle", where students will show their ability to combine skills learned in this module.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will:
		• understand the working principles of 3D printing, laser cutting, milling
		• understand the different modelling paradigms (and gaining a rough overview over industry std.)
		• be able to analyse a fabrication problem and choose the right fabrication technology
		•
		  º meet certain functional specifications (strength, weight, shape, articulation, surface finish, etc.)
		  º meet the constraints of the fabrication method
		• hands-on experience with operating a 3D printer
		• create their own physical artefacts that meet functional and aesthetic requirements

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	A good grasp of computer graphics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	None

1	**Modulbezeichnung** 93136	**Hackerpraktikum/-projekt (Master) (HackMSc)** Hacker project (Master's program) (HackMSc)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Hackerpraktikum (Bachelor + Master) (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Julian Geus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Julian Geus
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum lernen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer den kritischen Umgang mit offensiver IT-Sicherheit. Es werden prinzipielle Angriffskonzepte erörtert und in einer abgeschotteten Umgebung gezielt zur Anwendung gebracht. Durch diese praktischen Erfahrungen aus der Sichtweise eines "Hackers" werden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bzgl. sicherheitsrelevanter Fragen sensibilisiert und können die gewonnenen Erkenntnisse dann letztendlich auch zur Absicherung von Systemen einsetzen. Das Hackerpraktikum wird in bis zu 6 Übungsblätter zu je 2-3 Wochen aufgeteilt, wobei die folgenden beispielhaften Themen bearbeitet werden: • Netzwerksicherheit (Sniffing, Spoofing, WPA, ...) • Webhacking (SQL Injections, XSS, CSRF, ...) • Systemsicherheit (Rootkits, Privileges, Suid, ...) • Reverse Engineering (Cracking, Malware Analysis, ...) • Exploitation (Buffer Overflows, Shellcode, ASLR, ...) Von den Übungen müssen insgesamt 2/3 und pro Blatt 1/2 der möglichen Punkte erreicht werden. Die Übungen sind in Einzelarbeit abzugeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können Schwachstellen in den vorgestellten Themenbereichen identifizieren und beschreiben. Sie können aktuelle Angriffs- und Verteidigungstechniken in konkreten Fällen auswählen und anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Interesse an IT-Sicherheit. • Bereitschaft, viel Zeit in das Praktikum zu investieren. • Progammierkenntnisse in C/Assembler und mindestens einer Skriptsprache (bspw. Python). • Linux-Kenntnisse. • Von großem Vorteil sind darüber hinaus Netzwerk-Kenntnisse und Vorkenntnisse im Bereich IT-Sicherheit.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 280 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 695344	**HPC Software Projekt** HPC Software project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Köstler
5	**Inhalt**	Anhand eines aktuellen Forschungsthema im Bereich High Performance Computing sollen die Studierenden an die wissenschaftliche Arbeitsweise im Bereich Informatik herangeführt werden. Dazu wird typischerweise in Gruppenarbeit ein größeres Softwarepaket entwickelt und auf eine konkrete Problemstellung aus dem HPC Bereich angewendet. Beispiele sind die Implementierung und Parallelisierung eines Simulationscodes für Anwendungsprobleme aus der Strömungsmechanik oder eines neuronalen Netzes für Anwendungsprobleme, die mit Hilfe von künstlicher Intelligenz gelöst werden können.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Lernende können in Veröffentlichungen beschriebene oder in bestehender Software enthaltene numerische Algorithmen verstehen. Anwenden Lernende können numerische Algorithmen auf vorgegebene Problemstellungen aus dem Bereich High Performance Computing (HPC) anwenden. Analysieren Auswahl von geeigneten numerischen Algorithmen und effizienten, parallelen Datenstrukturen, um ein vorgegebenes Problem auf einer vorgegebenen Hardware-Plattform effizient zu lösen. Erschaffen Entwicklung eines Softwarepaketes für eine konkrete Problemstellung aus dem High Performance Computing (HPC) Bereich. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erwerben die Kompetenz, eigenständig Software zu erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung

		Zur Bewertung der Praktikumsleistung wird das Material aus der Abgabe der Software- und Datenartefakte (90% Gewichtung) und der abschliessenden Ergebnispräsentation (Vortrag 15 min, 10% Gewichtung) herangezogen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 25 h Eigenstudium: 275 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 615628	**Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing** Innovation lab for wearable and ubiquitous computing	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Charlotte Pradel Misha Sadeghi Prof. Dr. Björn Eskofier Nils Roth Mohamad Wehbi Johannes Link Marlies Nitschke Imrana Abdullahi Yari Ann-Kristin Seifer Alzhraa Ibrahim Matthias Zürl Kai Klede Michael Nissen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier Matthias Zürl
5	**Inhalt**	Mini-Computer, die unseren Lebensrhythmus dokumentieren, EKG-Sensoren, die jedes Detail aufzeichnen, Brillen, die uns in eine andere Realität versetzen diesen Technologien begegnen wir mittlerweile ständig im Alltag. Im Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing werden solche Technologien von Studierenden entwickelt und gleichzeitig aufgezeigt, wie man mit diesen ein eigenes Startup gründen könnte. Die innovativen Technologien werden dabei prototypisch in Gruppenarbeit (5-8 Studierende) unter Nutzung von agilen Entwicklungsmethoden (Scrum) geschaffen. Den Studierenden steht dabei der Zugang zum Innovationslabor offen, welches mit der nötigen Infrastruktur für die Entwicklung der Prototypen ausgestattet ist. Die Ideen für die Projekte stammen dabei entweder von kooperierenden Firmen oder von den Studierenden selbst. Neben dem Prototyping erlernen die Teilnehmer in Tutorials die Grundlagen für innovatives Arbeiten wie Design Thinking und Patentrecherche. Zudem wird ihnen beigebracht, wie sie nach der Entwicklung ihre Ideen schützen und gegebenenfalls an den Markt bringen können. *Content:* Mini-computers documenting our rhythm of life, EKG-Sensors tracing every detail or glasses, that transfer us into another reality are amongst the technologies we are meanwhile facing in our everyday lives. At the Innovation Lab for Wearable and Ubiquitous Computing students develop such technologies and learn about the possibilities and requirements to build a start-up. By applying agile development methods (Scrum), teams of 5 to 8 students develop prototypes of products within the wearable and ubiquitous computing field. Participating students have

		open access to the Innovation Lab, which provides them with everything they need to develop their prototypes. The project ideas originate from cooperating companies or the students themselves. Besides the great practical experience gained during development, students also learn about entrepreneurship. There will be tutorials covering design thinking, market analysis, management of development processes, securing intellectual property, and business plan creation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden nutzen in der gemeinsamen agilen Projektentwicklung das Framework SCRUM. • Die Studierenden führen eine Ideation Session mit ihrem Projektpartner durch. • Die Studierenden lernen, die Ergebnisse ihrer Entwicklung sowohl wissenschaftlich als auch im Kontext eines Sales-Pitches zu präsentieren. • Die Studierenden nutzen Gitlab für die gemeinsame Entwicklung von Software-Anwendungen. • Die Studierenden lernen die verschiedensten Aspekte einer Unternehmensgründung kennen. *Learning Goals and skills:* • Students use the agile project management framework SCRUM. • Students conduct an ideation session together with project partners. • Students learn to present their results both in a reseach environment as well as in a sales-pitch environment • Students use Gitlab for the joint development of software applications. • Students are familiarized with various aspects of entrepreneurship and founding.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio The overall grade consists of four parts: • Team presentation - 30 min, 5 min per student (30%) • Final business pitch and live prototype demonstration - 10 min (10%) • Hardware/software development, Scrum Meetings, Practical work (40%) • Final documentation - approx. 3-6 pages per student (20%)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93161	**Interactive Visualization Project** Interactive visualization project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther
5	**Inhalt**	Scientific computing is an essential building block in many scientific disciplines. Over the past years, the data complexity has increased rapidly in terms of size, dimensionality, and in the number of variables. In this group project, we will interactively visualize such scientific data sets, arising in fields such as climate science, cosmology, oceanology, fluid dynamics and geosciences. **Group Project:** In teams of 3-4 students, a scientific data set of choice is processed and visualized. Students are free to choose from a given set of data sets, including satellite measurements of volcanic eruptions, salt ensemble simulation, cosmology simulation, asteroid impact simulation, vortex street, weather simulation, ocean eddy simulation, Earth mantle convection, and wildfire simulation. During the first weeks, we develop a demo visualization system together, which will contain basic functionality such as direct and indirect volume rendering, as well as particle tracing. The group projects can be built on top of this demo system. **Lecture:** The group project is accompanied by a lecture, which covers implementation aspects of the following topics: • introduction to VTK and the programming framework (C++), • volume visualization (ray marching and marching cubes), • differential multi-variate calculus (scalar and vector fields, discretization), • numerical integration of particle trajectories (explicit integration schemes), • shader programming (for direct volume rendering), • image-based flow visualization (line integral convolutions), • vector field topology (critical point extraction and classification), • parallel vectors operator (feature definitions and numerical extraction), • vortex extraction (region-based and line-based techniques), • Lagrangian coherent structures (finite-time Lyapunov exponents), • reference frames (transformation and optimization)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students are able to: • implement interactive visualization algorithms • analyze the features in the scientific data set • present their progress and results orally

		• write a report on their data analysis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Required: Algorithmen und Datenstrukturen • Recommended to attend before or in the same semester: Scientific Visualization (formerly Applied Visualization)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93199	**IoT Security** IoT security	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Dieses Projekt wird in kleinen Teams bearbeitet. Jedes Team muss am Ende einen schriftlichen Bericht einreichen. Die Arbeit der einzelnen Teammitglieder muss hier klar ersichtlich sein. Jedes Team erhaelt eine Reihe von IoT- und Smart-Home-Geraeten. Diese sollen zunaechst zu einem funktionierenden, "smarten" System verknuepft werden. Es werden eigene Geraete gebaut und mit dem System verbunden. Im Anschluss wird detailliert fuer jedes Geraet eine Sicherheitsanalyse durchgefuehrt. Hier wird unter anderem betrachtet, welche Daten die Geraete wohin senden, welche Daten lokal gespeichert und erhoben werden und wie die Kommunikation abgesichert ist. Der schriftliche Bericht beinhaltet die Beschreibung und Dokumentation des Systems und der selbstgebauten IoT-Geraete sowie die Erkenntnisse der Sicherheitsanalyse. Zusammengefasster Inhalt: • Grundlagenvorlesungen zu IoT und Smart Home • Verknuepfung von diversen IoT-Geraeten • Bau eigener IoT-Geraete • Detaillierte Analyse von IoT-Geraeten bezueglich Datenverkehr, Datenschutz und Usability • Ausarbeitung und Anwendung von Angriffsszenarien auf IoT-Geraete
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) Lernende koennen aufgrund Ihrer Erfahrung im Projekt bewerten, ob ein IoT-Geraet als "sicher" einzustufen ist. Diese Bewertung erfolgt entweder auf Grundlage von frei verfuegbaren Daten oder ueber eine selbststaendige Evaluation des Geraets. Selbstkompetenz Lernende koennen eigenstaendig, ohne Aufsicht und Anleitung, ein IoT-Geraet detailliert analysieren und zu festgelegten Zeitpunkten Ergebnisse vorweisen. Sozialkompetenz

		Lernende koennen in kleinen Teams effektiv und effizient zusammenarbeiten, die Arbeit gerecht verteilen und gemeinsam einen Bericht anfertigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Python
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Modulnote setzt sich aus der individuellen Arbeit, einem abschliessenden Report und dem Abschlussvortrag zusammen. Die Gewichtung liegt bei 50:40:10.
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 280 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 268914	**IT-Security Projekt** IT-Security Project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: IT-Security Projekt (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	In diesem Projekt werden aktuelle Themen der IT-Sicherheit praktisch bearbeitet. Vorkenntnisse im Bereich IT-Sicherheit sowie (je nach Projekt) gute Programmierkenntnisse sind erforderlich. Diese Veranstaltung findet auf individueller Basis statt: Studierende vereinbaren ein Projektthema mit einem Betreuer/einer Betreuerin am Lehrstuhl und bearbeiten das Thema nach Absprache. Eine Liste mit möglichen Themen findet sich auf der Lehrstuhl-Homepage (https://www.cs1.tf.fau.de/teaching/theses/). Es können auch eigene Themen vorgeschlagen werden. In der Regel handelt es sich um Programmieraufgaben, ggf. verbunden mit Recherche- und Analyse-Teilen, die Bezug zur IT-Sicherheit haben. Die Projekte sollen Semester-begleitend selbstständig oder in Gruppenarbeit bearbeitet werden. Die Deadline wird mit dem jeweiligen Betreuer vereinbart und erstreckt sich i.d.R. über ein Semester. Neben einem Programm muss eine schriftliche Ausarbeitung von ca. 10-25 Seiten abgegeben werden die die eigenen Ergebnisse darstellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Selbständige Erarbeitung eines aktuellen Themas aus der IT-Security, erfolgreiche Bewältigung einer umfangreichen Implementierungsarbeit. Kompetenzen: Softwareentwicklung (im IT-Security-Umfeld), Zeit- und Projektmanagement, selbständiges Arbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mindestens ein bestandener Kurs (Vorlesung, Seminar oder Praktikum) im Bereich IT-Sicherheit.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 285 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 377432	**Master-Projekt Datenmanagement** Master project data management	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Master-Projekt Datenmanagement (2 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Da wir in der Vergangenheit immer mit sehr kleinen Teilnehmerzahlen in unseren Master-Projekten zu tun hatten, haben wir sie nun (nach dem Vorbild anderer Lehrstühle) anders organisiert: Die Teilnehmer erhalten individuelle Aufgaben, die sich in den Projekten am Lehrstuhl ergeben haben und die sich im Rahmen einer solchen Lehrveranstaltung lösen lassen. Sowohl die Wissenschaftlichkeit als auch die erwünschte Team-Arbeit sind durch die Einbettung in diese Projekte gegeben, selbst bei nur einem Teilnehmer oder einer Teilnehmerin. Im Unterschied zu den Examensarbeiten wird die praktische Arbeit einen viel größeren Anteil einnehmen. Literaturarbeit und Dokumentation der Ergebnisse sind immer noch erwünscht, fallen aber deutlich geringer aus als bei Examensarbeiten. In erster Linie wird an Forschungsprototypen mitgearbeitet, die in den Projekten am Lehrstuhl erstellt werden. Das kann Codierung bedeuten, aber auch Messungen und Simulationen, um nur einige Beispiele zu nennen. Wir schlagen Themen vor, aber es ist durchaus zulässig, sich auch selbst Gedanken über ein Thema zu machen. Naheliegende Voraussetzung dafür ist es, sich mit den Projekten am Lehrstuhl zu befassen (siehe Orientierungsvorlesung!) und auch mit den Mitarbeitern zu sprechen, die diese Projekte durchführen. Themenvorschläge finden sich im zugeordneten StudOn-Kurs.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten sich in ein laufendes Forschungsprojekt ein; • arbeiten im Team mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und anderen Studierenden; • konzipieren und implementieren Erweiterungen eines komplexen Software-Systems; • verstehen und ergänzen die Dokumentation von komplexen Software-Systemen; • arbeiten mit Versionsverwaltungssystemen; • verwenden Software-Entwicklungs-Tools; • stellen die Ergebnisse ihrer Entwicklung einem Leitungsgremium dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	hängt vom gewählten Thema ab

1	**Modulbezeichnung** 93092	**Masterprojekt Rechnerarchitektur** Master’s project: Computer architecture	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Masterprojekt Rechnerarchitektur (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Im Modul "Masterprojekt Rechnerarchitektur" erhalten die Studierenden Gelegenheit zur Mitarbeit an einem der laufenden Forschungsprojekte am Lehrstuhl Informatik 3. Die im Projekt zu bearbeitenden Aufgaben betreffen Entwurf und Entwicklung, Simulation, Test, Hardware-nahe effiziente Programmierung und Leistungsmodellierung von neuen Prozessorarchitekturen und von Beschleunigerkernen von eingebetteter KI, u.a. auf Basis der offenen Befehlssatzarchitektur RISC-V. Die Architekturen werden für die Spezifikation und Simulation, z.B. in SystemC, oder für die Realisierung in FPGAs und Chips sowohl in SystemC als auch in VHDL programmiert. Die Anwendung der Architekturen ist vorgesehen z.B. für Applikationen aus der Radarsignalverarbeitung für autonomes Fahren von Kraftfahrzeugen oder auch Land- und Baumaschinen oder z.B. einer niedrig-Energie KI zur Steuerung elektronischer Orthesen als Bewegungsunterstützung von Händen und Beinen. Ein weiterer Fokus liegt auf dem Einsatz von neuen Speicherarchitekturen auf der Basis von nicht-flüchtiger Speichertechnologie (Memristoren), die Daten sowohl speichern und verarbeiten können (In-memory Computing), und der Verwendung unkonventioneller ternärer (-1, 0, 1) anstatt binärer (0, 1) Zahlendarstellung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben vertiefte Kompetenzen und Kenntnisse auf dem Gebiet neuester Entwicklungen in der Rechnerarchitektur-Forschung • sind in der Lage, selbständig solche zukünftigen Entwicklungen besser einzuschätzen • können eigenständig danach Prozessoren entwerfen und deren Funktionalität bewerten • können selbständig beurteilen, wie diese in industriellen Anwendungsfeldern einzusetzen sind
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Modulnote setzt sich zu 90% aus Ausarbeitung und zu 10% aus dem Vortrag zusammen.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93203	**Mobile Application Development and Security** Mobile application development and security	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Philipp Klein
5	**Inhalt**	In diesem Projekt/Praktikum erlernt ihr anhand eines Vorlesungsteils und eines anschliessenden Team-Projekts, mobile Applikationen zu Erstellen (Backend und App) und auszuliefern (Deployment, DevOps). Inhalte sind u.a.: • Entwicklung von Android-Applikationen mit Kotlin • Entwicklung von Cross-Platform-Apps mit Flutter • Continuous Integration mit GitlabCI • Agile Entwicklung im Team, angepasst an die Bedürfnisse des Teams • Statische und dynamische Analyse von Apps • Sichere Entwicklung im Open-Source-Umfeld In diesem Praktikum/Projekt agieren wir wie ein Software-Unternehmen. Es wird einen Auftraggeber, ein Lasten- und Pflichtenheft sowie Meilensteine und Deadlines geben. Die Arbeit geschieht in einem Team mit einem woechentlichen Meeting. In der initialen Lernphase bekommt ihr Vorlesungsmaterial und Uebungen zur Verfuegung gestellt. In der anschliessenden Projektphase wird an einer App gearbeitet. Aktuell ist dies die offizielle FAU-App, die neu entwickelt wird.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Erschaffen Studierende planen und entwickeln Android- und iOS-Applikationen. Sie legen in der Konzeption und Umsetzung grossen Wert auf Sicherheit. Lern- bzw. Methodenkompetenz Studierende wenden sämtliche Arbeitsschritte in der Entwicklung mobiler Applikationen, von der Planung über die Erstellung einer CI-Pipeline bis zur Auslieferung, an. Selbstkompetenz Studierende integrieren sich in Teams, planen das gemeinsame Vorgehen und reflektieren über das bisher Geleistete. Sozialkompetenz Studierende dokumentieren ihre Arbeit nach aussen in Form eines Blogs auch für nicht-technische Studierende verständlich und nachvollziehbar. Sie kommunizieren innerhalb des Teams respektvoll und wertschätzend.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Note berechnet sich aus der Arbeit im Team sowie einem Abschlussvortrag. Die Gewichtung beträgt 90:10. Bei der Teamarbeit wird sowohl der geschriebene Code, als auch das Verhalten im Team bewertet.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93142	**The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS)** The AMOS Project (SD Role, Proj 10 ECTS)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: The AMOS Project (UE) (2 SWS) Vorlesung: The AMOS Project (VL) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project. Topics covered are: • Agile methods and related software development processes • Scrum roles, process practices, including product and engineering management • Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development • Principles and best practices of open source software development The project is a software development project in which each student team works with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles: • Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS. • Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS. Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented in the run-up to the course. Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned at the beginning of the semester. You must be able to regularly participate in the team meetings. If you can't, do not sign up for this course. Students choosing the software developer role must have prior software development experience. Sign-up and further course information are available at https://amos.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn about software products and software development in an industry context • Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming

		• Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	- For software developer role: OSS-ADAP
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 577016	**Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)** Nailing your thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis. The course covers the following topics: • Science and society • The research process • Theory building research • Theory validation research • Writing a research thesis/paper • The scientific community Students can choose one or both of two components: • VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block. • PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work. Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students gain an understanding of how science works • Students learn how to perform research work • Students learn how to write a research thesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio

11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 93141	**Applied Software Engineering Master-Projekt** Applied software engineering Master’s project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Applied Software Engineering Master-Projekt (OSS-PROJ) (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This module lets students fulfill their degree program's project obligation by performing a project in software engineering and/or open source. We prefer that you use one of our existing courses for your project obligation, but are willing to have you for a one-off topic if none of our courses fit. Project topics should be in the domain of (applied) software engineering and may or may not include open source software as a topic. You can find current seminar / project / thesis topics at https:/ oss.cs.fau.de/fun; all topics are customizable to your needs (ECTS points). If you find something that interests you, please talk to the respective person listed in the topic description (bottom of document, usually).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn to program a software component as part of one of our projects • Students learn to work with a lead programmer in a continuous delivery process
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 300 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47635	**Project Deep Learning in Multimedia Forensics** Project: Deep learning in multimedia forensics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Subtle traces in the processing history of an image or video can provide a clue on the recording device, or whether some editing was applied. Multimedia forensics investigates methods to extract these traces from the data. Recent methods in multimedia forensics use deep learning to better adapt to data from the internet. In this project, participants will gather practical experience with deep learning methods in multimedia forensics. Participants will implement published methods from scratch, and do own performance investigations on selected example inputs. On the first meeting on October 28, groups of two students will be formed, and tasks will be distributed. During the project, there are regular consultation hours for status updates and programming support.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Participants implement deep learning algoorithms in python Analysieren Participants transfer methods from abstract mathematical descriptions in the scientific literature to actual code implementations Evaluieren (Beurteilen) • Participants compare the empirical performances of different forensic detectors • Participants discuss possible reasons for observed performance differences of different forensic detectors Lern- bzw. Methodenkompetenz Participants independently research common implementation tricks and tweaks for deep learning systems from publicly available sources in the internet Selbstkompetenz Participants work towards project deadlines within the framework of a larger programming and evaluation task. Sozialkompetenz • Participants organize their work in groups of two students
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Practical experience in python is required. It helps to have experience in the implementation of deep learning algorithms, but this is not required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 270 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43387	**Project Digital Reality** Project digital reality	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	The project addresses current research topics in the domains of computer graphics, computer vision and machine learning with a focus on applications and techniques that bridge reality and the digital domain.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students know • o the current limitations in the field o the core ideas and algorithms of current research work o their own software prototype to solve a complex problem with modern hardware and methods and evaluate by themselves the effectiveness of such
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93093	**Project Intraoperative Imaging and Machine Learning** Project: Intraoperative imaging and machine learning	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	**Inhalt**	For many applications, techniques like deep learning allow for considerably faster algorithm development and allow to automate tasks that were performed manually in the past. In medical imaging, a large variety of time-consuming tasks that interfere with clinical workflows has the potential for automation. However, at the same time new challenges arise like data privacy regulations and ethics concerns. In this project, we want to develop an application that allows for the automation of an X-ray based intraoperative planning or measurement procedure from a holistic perspective. To this end, we will invite a surgeon to explain the medical background and visit the operating room to understand the surgeons' needs while performing the task. Having understood the underlying medical problem, we will look into connected topics, e.g., data privacy, code of ethics, prototype development, and UI design for surgeons. In the first part of the project, a predefined set of tasks will be implemented and validated (including a machine learning application and a UI for intraoperative use). In the second part of the project, the students will work on further extensions or adaptions of the prototype proposed by them. At the end of the project, the students will have developed and documented a prototypical application for the intended intraoperative use case.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able to • understand fundamental requirements and restrictions in an intraoperative, surgical environment • perform their own literature research on a given subject • independently research this subject according to data privacy and ethical standard • present and introduce the subject to their student peers • develop, implement and explain algorithms or apply existing systems/libraries to above fields • acquire hands-on experience in an established research field • give a scientific talk in English according to international conference standards • describe their results in a scientific report
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning".

		This project is recommended for Master's students.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93164	**Project Music and Audio Processing** Project music and audio processing	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Project Music and Audio Processing (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Meinard Müller
5	**Inhalt**	At the International Audio Laboratories Erlangen we offer project topics that are connected to our current research in the field of semantic audio processing with a focus on music analysis, retrieval, and classification applications. Project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. Please directly contact Meinard Müller for further details and possible project topics.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • familiarize themselves with complex software systems and expand them • learn to develope and implement solutions independently • conduct systematic experiments and evaluate results • document the software they develop
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93112	**Project Representation Learning** Project: Representation learning	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Project Representation Learning (8 SWS) yes for final presentations and meetings	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	**Inhalt**	At the Image Data Exploration and Analysis Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of medical image processing, machine learning, human-in-the-loop computing, and computer vision. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science and medical engineering. Please have a look at our website for an overview. https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/ Different projects in the area of (deep) representation learning are on offer. These reach from theoretical exploration of new data representation methods to practical evaluation of applications in, e.g., medical image analysis. Furhter example projects will be made available on the website of the Image Data Exploration and Analysis Lab. Students may also propose their own projects, which will be coordinated and refined with the module lead during preliminary discussions.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students work their way into complex software systems and expand them learn to develop and implement solutions independently document the software they have written. We'll start with a project definition phase, followed by literature research, idea outline and implementation phase. Final results will be presented in a mini-symposium and further explained in a short 10-page scientific report. **Module aims** In this module you will have the opportunity to demonstrate independence and originality, to plan and organise a large project over a long period, and to put into practice the knowledge, skills and research methods that you have learnt throughout the course. **Learning outcomes** Upon successful completion of this module, you will have demonstrated your ability to: - apply previously taught knowledge and skills to a substantial problem in Computing or Data Science, as an individual - conduct an independent investigation and apply cutting-edge research, methods and thinking appropriate to the problem - present complex technical material orally to a mixed audience

		- exercise scientific writing skills by way of a substantial written report, summarising your findings **Module syllabus** There will be a small number of supporting meetings that will 1. describe the structure of the project, including expectations, milestones and deliverables, 2. give guidance on writing and presentation skills targeted specifically at individual projects, 3. explain the assessment procedures. The rest of the project involves an independent investigation under the supervision of an academic advisor.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	You should have very solid programming skills and have knowlege in machine learning, deep learning and computer vision methods.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	A specific reading list will be established at the beginning of each project, general literature is listed below: Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/ Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/

1	**Modulbezeichnung** 563486	**Projekt angewandte Systemsoftwaretechnik** Project: Applied software engineering	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kolloquium: Aktuelle Entwicklung in Verteilten und Objektorientierten Betriebssystemen (für Master-Studierende) (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr.-Ing. Volkmar Sieh PD Dr.Ing. Tobias Distler Peter Wägemann Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Projekt werden aktuelle Themengebiete der angewandte Systemsoftwaretechnik bearbeitet. Es stehen Themen aus verschiedenen Forschungsbereichen des Lehrstuhls zur Auswahl, so zum Beispiel: • Verteilte Systeme (Wireless Sensor Networks, Cloud Computing, Inter-Vehicular Networks, ...) • Betriebssysteme und Systemsoftware (Multicore, Systemtechnik, ...) • Energiegewahre Systeme • Eingebettete Systeme und Echtzeitsysteme (Architektur, sicherheitskritische Systeme, Fahrzeugtechnik, ...) *Eine Liste mit möglichen Themen findet sich auf der Webseite der Veranstaltung!* Die Vergabe der Themen erfolgt persönlich durch die jeweiligen Betreuenden, es können auch eigene Projektvorschläge eingebracht werden. Die Bearbeitung kann auch in kleinen Gruppen erfolgen. Die Art und der genaue Umfang des Projekts richtet sich nach dem gewählten Thema. Die Projekte sind aber in jedem Fall praxisorientiert. Die Bearbeitung erfolgt semesterbegleitend und selbstständig. Es finden regelmäßige Treffen zu Koordinierung statt. Jedes Projekt wird am Semesterende im Rahmen eines Seminars präsentiert. Die genauen Termine werden mit dem Betreuer des jeweiligen Projekts vereinbart. Außer der Vorbesprechung gibt es daher keine festen Termine für die Veranstaltung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • kennen grundlegende Vortragstechniken und -regeln • Lesen und verstehen wissenschaftliche Aufsätze aus der systemnahen Informatik • üben konstruktive Kritik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 270 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47676	**Projekt Biomedical Network Science** Project: Biomedical network science	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projektseminar: Project Biomedical Network Science (4 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David Blumenthal
5	**Inhalt**	The Biomedical Network Science (BIONETS) lab investigates molecular disease mechanisms using techniques from combinatorial optimization, network science, and artificial intelligence. We also develop privacy-preserving decentralized biomedical AI solutions, which enable cross-institutional studies on sensitive data. Students will work on individual research topics within these field and develop prototypes of software tools to solve the addressed problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able to • develop and implement an algorithm for a problem within the field of biomedical networks science which, in certain respects, improves upon the state-of-the-art, • apply best practices in software development and documentation, • write an academic report.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Strong programming skills in any programming language.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010 Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant research literature will be made available in StudOn.

1	**Modulbezeichnung** 515599	**Projekt Kommunikationssysteme** Project: Communication systems	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Projekt/Praktikum Kommunikationssysteme (0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher
5	**Inhalt**	Praktische Anwendungen aktueller Themen aus dem Bereich Kommunikationssysteme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Projekt dient dazu, die selbständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung der Informatik in einer Gruppe oder einzeln zu erlernen und die dazu notwendigen Methoden praktisch anzuwenden. Die Studierenden - arbeiten sich in ein laufendes Forschungsprojekt ein; - arbeiten im Team mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und anderen Studierenden; - konzipieren und implementieren Erweiterungen von Kommunikationssystemen; - verstehen und ergänzen die Dokumentation von Kommunikationssystemen; - arbeiten mit Versionsverwaltungssystemen; - verwenden Software- und Hardware-Entwicklungs-Tools; - stellen die Ergebnisse ihrer Entwicklung einem Leitungsgremium dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Prüfungsleistung, Praktikumsleistung, benotet Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Praktikumsbericht
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 270 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 924553	**Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik** Project machine learning and data analytics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Sonstige Lehrveranstaltung: Projekt Maschinelles Lernen und Datenanalytik (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	An Nguyen Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Dr. Dario Zanca
5	**Inhalt**	At the Machine Learning and Data Analytics Lab we offer project topics that are related to our current research in the fields of Machine Learning, Human Computer Interaction, Modeling and Simulation and Wearable Computing. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project addresses students of computer science and medical engineering. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering internship/praktikum. There will be a kick-off meeting the first Thursday 16:15-18:00 of each semester where topics in the field of machine learning and data analytics will be presented. Most topics will be related to the diverse research fields of the Machine Learning and Data Analytics Lab. Students also have the possibility to discuss their own project ideas with the supervisors. The distribution of topics will be based on prerequisites and first come, first serve in terms of time of registration until all topics are distributed. Students will have to contact the corresponding supervisor for the topic of interest. Additional topics are also presented on our website.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten sich in einen Algorithmus der Mustererkennung ein und implementieren diesen • arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese • lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen • dokumentieren die von ihnen geschriebene Software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) The overall grade consists of these parts:

		• 50% graded implementation • 25% graded presentation • 25% graded documentation/report
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 843544	**Projekt Medizininformatik** Project Medical Informatics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Projekt Medizininformatik (SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	Die Projektarbeit soll konkrete Einblicke in Anwendungsbereiche der Medizininformatik geben. Anhand eines praktischen Beispiels aus der klinischen Routine oder einem der aktuellen Forschungsprojekte werden gelernte Techniken angewendet und neue Kompetenzen erworben. Dabei legen wir wert auf eine enge, individuelle Betreuung und kollegiale Zusammenarbeit zwischen Student und betreuendem Wissenschaftler. Die Themen können in Absprache aus dem Bereich des Datenmanagement, Big Data, eHealth und angrenzender Gebiete gewählt werden. Diese Liste ist nicht abschließend. Weitere Themen werden ergänzt. Eigene Vorschläge willkommen. Anmeldung per Email oder persönlich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten sich in ein Forschungsprojekt ein; • arbeiten im Team mit wissenschaftlichen Mitarbeitern und anderen Studierenden; • analysieren Problemstellungen; • konzipieren Lösungen; • setzen sie um; • evaluieren und dokumentieren das Erreichte; • und stellen die Ergebnisse ihrer Entwicklung vor.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse über Informationsverarbeitung im Krankenhaus (z.B. Vorlesung "Einführung in die Medizinische Informatik") sind hilfreich.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 250 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 628205	**Projekt Mustererkennung** Project: Pattern recognition	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Projekt Computer Vision (0 SWS) Praktikum/Projekt: Projekt Mustererkennung (0 SWS) Praktikum/Projekt: Project Remote Sensing (2 SWS)	10 ECTS 10 ECTS 10 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Martin Mayr Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Marcel Nicolas Dreier Nora Gourmelon	

4	**Modulverantwortliche/r**	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner
5	**Inhalt**	At the Pattern Recognition Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of medical image processing, speech processing and understanding, computer vision and digital sports. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. However, most projects can also be offered as 5 ECTS medical engineering practical modules (academic laboratory or research laboratory). Please have a look at our website for an overview.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese • lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen • dokumentieren die von ihnen geschriebene Software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 851420	**Projekt zur Künstlichen Intelligenz** Project for artificial intelligence	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Projekt: Projekt zur Künstlichen Intelligenz (0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe
5	**Inhalt**	The KWARC group (Wissensrepräsentation und Verarbeitung) conducts research in knowledge representation and reasoning techniques with a view towards applications in knowledge management. We extend techniques from formal methods so that they can be used in settings where formalization is either infeasible or too costly. We concentrate on developing techniques for marking up the structural semantics in technical documents. This level of markup allows for offering interesting knowledge management services without forcing the author to formalize the document contents. In contrast to courses with fixed topics, project topics are defined individually. See http://kwarc.info for further information.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden - arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese - lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen - dokumentieren die von ihnen geschriebene Software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93111	**Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen** Computer architectures for deep-learning applications	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Philipp Holzinger Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Simon Pfenning	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Dr.-Ing. Marc Reichenbach
5	**Inhalt**	Maschinelles Lernen, im speziellen Deep-Learning Netzwerke haben in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen. Anwendungsfelder umfassen beispielsweise für die Klassifikation von Bildern, das Verstehen von menschlicher Sprache oder die Überwachung von Rechentechnik bzgl. IT-Angriffen. Während die Grundlagen von Deep-Learning (Neuronale Netze) schon über einen langen Zeitraum erforscht wurden, ist eine flächendeckende Anwendung von Deep-Learning Netzwerken erst seit jüngster Zeit möglich, da nun entsprechende leistungsfähige Rechnerarchitekturen zur Verfügung stehen um die aufwendigen Berechnungen durchzuführen. Das genannte Praktikum beschäftigt sich mit der Evaluierung verschiedener Rechnerarchitekturen (mit entsprechenden Architektureigenschaften) bzgl. der performanten Auswertung von Deep-Learning Netzwerken. Dabei werden die Architekturen CPU, GPU und FPGA genauer untersucht und bewertet. Für eine schnelle Auswertung von Deep-Learning Netzwerken spielt Parallelrechentechnik eine wichtige Rolle, deswegen werden unter anderem folgende Fragen im Praktikum genauer beantwortet: • Wie kann ich Multi-Core CPUs effizient nutzen? • Kann ich mit der Verwendung der SIMD-Extensions (SSE, AVX) ein Beschleunigung der Auswertegeschwindigkeit erzielen? • Was sind GPUs und wie kann ich die massive Parallelität für die Auswertung von Deep-Learning Netzwerken nutzen? • Welche Rolle spielen Caches bzw. die Speicherhierachie eines Rechensystems für die schnelle Auswertung von Deep-Learning Netzwerken? • Wie können FPGAs genutzt werden um Deep-Learning Netzwerke applikationsspezifisch zu implementieren? Für einen einfachen Einstieg wird das Deep-Learning Framework Tensorflow verwendet. Anhand einfacher Besipiele können o.g. Fragen beantwortet werden. Ein größeres Beispiel, gerechnet auf unseren eigenen Servern mit Hardware von AMD, Intel und Nvidia zeigt wie sich reale Anwendungen effizient mit "Customer-Hardware" umsetzen lassen. Hardware in verschiedenen Leistungsklassen (von wenigen Milliwatt bis mehrere Kilowatt) steht dabei zur Verfügung. Die Experimente werden in unserem Parallelrechenlabor durchgeführt.

		Die Studierenden erhalten eine Einführung in Form von Vorträgen. Hauptbestandteil ist die praktische Arbeit mit genannten Rechnerarchitekturen durch effiziente Programmierung mittels C(++), Cuda, OpenCL. Für den erfolgreichen Abschluss des Praktikums ist Kolloquium (ca. 15 Minuten) zu bestehen und ein Bericht (ca. 10 Seiten) anzufertigen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen Die Studierenden verstehen die elementaren Grundfunktion neuronaler Netze und wie sich diese auf Hardware abbilden lassen. Die Studierenden lernen die Architekturen CPU, GPU und FPGA kennen, verstehen den internen Aufbau und können die wesentlichen Architektureigenschaften wiedergeben. Analysieren Die Studierenden nutzen CPUs, GPUs und FPGAs für die Auswertung von DL-Netzwerken. Dabei können sie Performancemetriken (Laufzeit, Energieverbrauch) anwenden. Evaluieren Die Studierenden können die Architekturen CPU, GPU und FPGA hinsichtlich ihrer Eignung für die Auswertung von DL-Netzwerken vergleichen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlegende Programmierkenntnisse in C • Freude an der Hardware • Detaillierte Kenntnisse in FPGAs, VHDL oder Assembler sind nicht erforderlich • Wissen im Bereich Deep-Learning / Tensorflow ist nicht erforderlich
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow: Concepts, Tools, and Techniques for Building Intelligent Systems; Aurélien Géron

1	**Modulbezeichnung** 93208	**Research Project Extended Reality** Research project: Extended reality	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Research Project Extended Reality (SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Roth	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Daniel Roth
5	**Inhalt**	This module (M.Sc.-level practical) conveys hands-on experience with computer-aided fabrication, chiefly 3D printing. The target audience are M.Sc. Computer Science students with an interest in Visual Computing, and the module will capitalise on computer science skills. As part of the module, students will work on five consecutive assignments (marked), in groups of 2 or 3 students. All assignments are self-contained, teaching students through hands-on experiences. All assignments will allow students to obtain extra points through creative solutions and original ideas. Especially the final assignment is large "freestyle", where students will show their ability to combine skills learned in this module.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will:
		• understand the working principles of 3D printing, laser cutting, milling
		• understand the different modelling paradigms (and gaining a rough overview over industry std.)
		• be able to analyse a fabrication problem and choose the right fabrication technology
		•
		  ° meet certain functional specifications (strength, weight, shape, articulation, surface finish, etc.)
		  ° meet the constraints of the fabrication method
		• hands-on experience with operating a 3D printer
		• create their own physical artefacts that meet functional and aesthetic requirements

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	A good grasp of computer graphics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	None

1	**Modulbezeichnung** 344655	**Secure Web Development**	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Projekt/Praktikum: Secure Web Development (10 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Philipp Klein	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	In diesem Projekt/Praktikum erlernt ihr anhand eines Vorlesungsteils und eines anschliessenden Team-Projekts, Web-Anwendungen zu Erstellen (Backend und Frontend, mit Fokus auf Backend) und auszuliefern (Deployment, DevOps). Inhalte sind u.a.: • Backend-Programmierung mit Python und Django • Frontend-Programmierung mit CSS (vermutl. Bootstrap) und Javascript • Continuous Integration und Continous Delivery mit GitlabCI und Ansible • Aufsetzen eines Staging- und Production-Servers • Sichere Entwicklung im Open-Source-Umfeld • Angriffe auf Webapplikationen und "Abwehr" dieser In diesem Praktikum/Projekt agieren wir wie ein Software-Unternehmen. Es wird einen Auftraggeber, ein Lasten- und Pflichtenheft sowie Meilensteine und Deadlines geben. Die Arbeit geschieht in einem Team mit einem woechentlichen Meeting. Ort und Zeit kann das Team selbst bestimmen. In der initialen Lernphase bekommt ihr Vorlesungsmaterial und Uebungen zur Verfuegung gestellt. Das Videomaterial umfasst sowohl Frontend und -Backend-Programmierung als auch DevOps. In der anschliessenden Projektphase ist eine Spezialisierung auf einen Bereich moeglich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Erschaffen Studierende planen und entwickeln Webapplikationen in Python und Django. Sie legen in der Konzeption und Umsetzung grossen Wert auf Sicherheit. Lern- bzw. Methodenkompetenz Studierende wenden sämtliche Arbeitsschritte in der Entwicklung von Webapplikationen, von der Planung über die Erstellung einer CI-Pipeline bis zur Auslieferung, an. Selbstkompetenz Studierende integrieren sich in Teams, planen das gemeinsame Vorgehen und reflektieren über das bisher Geleistete. Sozialkompetenz Studierende dokumentieren ihre Arbeit verständlich und nachvollziehbar. Sie kommunizieren innerhalb des Teams respektvoll und wertschätzend.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Python
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Die Note berechnet sich aus der geleisteten Arbeit im Team und dem Abschlussvortrag. Die Gewichtung liegt bei 90:10. Bei der Teamarbeit wird sowohl der Code, als auch das Verhalten im Team bewertet.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Psychologie als Nebenfach für Informatik

1	**Modulbezeichnung** 78389	**Anwendungsmodul** Applied module	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung - Klinische Psychologie I: PS - Psychische Störungen 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung - Klinische Psychologie II: PS - Prävention, Rehabilitation, Berufsethik, Berufsrecht (0 SWS) Vorlesung: Vorlesung Arbeitspsychologie (2 SWS) Vorlesung: Organisationspsychologie (2 SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Vorlesung Pädagogische Psychologie (SWS)	3 ECTS - 5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Matthias Berking Lydia Rupp Prof. Dr. Cornelia Niessen	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Psychologie als Nebenfach für Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 78386	**Einführungsmodul** Introductory module	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Einführung in die Psychologie (2 SWS, WiSe 2023)	2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tim Rohe	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Psychologie als Nebenfach für Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (0%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 78388	**Grundlagenmodul** Introductory module	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Sozialpsychologie, Teil 1 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Differentielle und Persönlichkeitspsychologie Teil 1 (2 SWS, WiSe 2023) Proseminar: Proseminar Biologische Psychologie (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie, Teil 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Allgemeine Psychologie I: Wahrnehmung (2 SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Vorlesung Allgemeine Psychologie II, Teil 1 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Sozialpsychologie, Teil 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Biologische Psychologie (2 SWS, WiSe 2023) Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie II (2 SWS) Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie I: Kognition (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie, Teil 1 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie Teil 1 und 2 (SWS, WiSe 2023)	3 ECTS 3 ECTS - 3 ECTS 3 ECTS 3 ECTS 3 ECTS - 3 ECTS - 3 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Nicole Methner Prof. Dr. Susanne Bruckmüller Prof. Dr. Frieder Lang Prof. Dr. Nicolas Rohleder Prof.Dr.Dr. Gottfried Spangler Prof. Dr. Tim Rohe Prof. Dr. Oliver Schultheiss	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Psychologie als Nebenfach für Informatik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%) schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Jonas, K, Stroebe, W., & Hewstone, M. (2014). Sozialpsychologie. Heidelberg: Springer. Weitere relevante Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. Jonas, K, Stroebe, W., & Hewstone, M. (2014). Sozialpsychologie. Heidelberg: Springer. Weitere relevante Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben. Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2. Aufl., 2018). Motivation und Emotion. Berlin: Springer. (Teil II: Emotion) Mazur, James E. (2006) Lernen und Verhalten (6., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium. (Hieraus: alle Kapitel außer 11, 13, 14) Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2. Aufl., 2018). Motivation und Emotion. Berlin: Springer. (Teil II: Emotion) Mazur, James E. (2006) Lernen und Verhalten (6., aktualisierte Auflage). München: Pearson Studium. (Hieraus: alle Kapitel außer 11, 13, 14) Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). Motivation und Emotion. Berlin: Springer.(Teil I: Motivation) Schultheiss, O. C., & Wirth, M. M. (in press). Biopsychological aspects of motivation. In J. Heckhausen (Ed.), Motivation and action (3 ed.). New York: Cambridge University Press. Brandstätter, V., Schüler, J., Puca, R. M., & Lozo, L. (2013). Motivation und Emotion. Berlin: Springer.(Teil I: Motivation)

		Schultheiss, O. C., & Wirth, M. M. (in press). Biopsychological aspects of motivation. In J. Heckhausen (Ed.), Motivation and action (3 ed.). New York: Cambridge University Press.

Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme

1	**Modulbezeichnung** 681735	**Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme** Distributed databases and transaction systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transaktionssysteme / Transaction Systems (2 SWS) Vorlesung: Datenbanken in Rechnernetzen (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	**DBRN:** Rechnernetze entsprechen dem momentanen Stand der Technik; isolierte Rechnersysteme nehmen an Zahl und Bedeutung ab. Das Betreiben von Datenbanksystemen in Rechnernetzen erfordert neuartige Konzepte, die über die einer zentralisierten Datenbankverwaltung hinausgehen. In der Vorlesung werden Ansätze zur Datenbankverwaltung in verteilten Systemen vorgestellt. Verteilte Datenbanken, Parallele Datenbanken, DB-Sharing und heterogene Datenbanksysteme werden untersucht. Darüber hinaus widmet sich ein weiteres Hauptkapitel der Vorlesung der Verwendung und dem Betrieb von Datenbanksystemen im Internet. **TAS:** Transactions are the core mechanism to guarantee database consistency in the presence of failures. The lecture introduces the cornerstones of the Transaction Concept and related techniques and system architectures. Topics are: • Reconstructing the Transaction Model • Advanced Transaction Models • Queued transaction processing • Implementing the ACID properties of transactions: Concurrency control, logging and recovery • TP Monitors: TRPC, Architecture of TP Monitor, Transaction Manager This course generalizes the transaction concept from its traditional database system domain to the broader context of client-server computing. The course begins by defining basic terminology and concepts. The role of a transaction processing system in application design, implementation, and operation is covered. Subsequent lectures cover the theory and practice of implementing locking, logging, and the more generic topic of implementing transactional resource managers.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**DBRN:** Die Studierenden • Benennen Ziele verteilter Datenhaltungssysteme • Erklären verschiedene Zielkonflikte, insbesondere das CAP-Theorem • Unterscheiden verschiedene Varianten verteilter Datenhaltungssysteme

- Erläutern die Optionen zur Metadatenverwaltung in verteilten Datenbanken
- Definieren horizontale und vertikale Fragmentierungen für relationale Datenbanken
- Erklären die Transformationsschritte und Optimierungen der verteilten Anfrageverarbeitung anhand konkreter Beispiele
- Erklären Algorithmen zur verteilten Ausführung von Verbund-Operationen
- Erläutern die Problematik der Deadlock-Erkennung bei verteilten Sperrverfahren
- Unterscheiden die Funktionsweise von Sperrverfahren, Zeitstempelverfahren und Optimistischen Verfahren zur Synchronisation verteilter Transaktionen
- Benennen und erklären verschiedene Verfahren zur Replikationskontrolle
- Erläutern Techniken und Verfahren zur Abschwächung der Konsistenzanforderungen an replizierte Datenbestände
- Erklären die Funktionsweise hochskalierbarer No-SQL Datenbanken am Beispiel der Replikationsmechanismen im Datenbanksystem Cassandra
- Unterscheiden und erläutern Realisierungsalternativen zur Kopplung und Integration heterogener autonomer Datenbanken
- Erläutern die erweiterte Schema-Architektur für föderative Datenbanksysteme
- Erklären die Abbildungsvarianten GaV und LaV für die Implementierung Föderativer Datenbanken

TAS:

Die Studierenden

- Erklären die Zielsetzungen und Grenzen transaktionaler Systeme
- Unterscheiden verschiedene erweiterte Transaktionsmodelle
- Erläutern wie die Verfügbarkeit verteilter transaktionaler Systeme durch Queued Transactions" verbessert werden kann
- Erklären typische Nebenläufigkeitsanomalien
- Erläutern mit konkreten Beispielen was Wiederherstellbarkeit und Striktheit bedeuten
- Erklären Ziele und Funktionsweise von Sperrverfahren, hierarchischen Sperrverfahren und zusätzlichen Sperrmodi
- Erläutern Isolationsstufen zur Abschwächung des Synchronisationsaufwands
- Erklären die grundlegenden Aufgaben und Funktionen eines Recovery Managers"
- Unterscheiden verschiedene Klassen von Wiederherstellungsalgorithmen
- Erklären Zweck und Funktionsweise von Checkpoints" und Fuzzy Checkpoints"
- Erklären im Detail wie das Zwei-Phasen Freigabeprotokoll funktioniert

		• Erläutern Ziele und Funktionsweise des Drei-Phasen-Freigabeprotokolls und Paxos-Commit • Erläutern die Funktionsweise verteilter Transaktionssysteme auf der Basis der standardisierten Schnittstellen in X-Open/ DTP
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	siehe Lehrveranstaltungen

1	**Modulbezeichnung** 710850	**eBusiness Technologies und Evolutionäre Informationssysteme** eBusiness technologies and evolutionary information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	**EBT:** • Überblick und Einblick in die wichtigsten Themen des Bereichs Business • User Interface, Business Logic und Database Layer • Agile Softwareentwicklung • Integration von Enterprise-Applikationen • Cloud & Container • DevOps **EIS:** • Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen • Erfolgsfaktoren für Projekte • Software Wartung vs. Software Evolution • Architekturmodelle • Grundprinzipien evolutionärer Systeme • Datenqualität in Informationssystemen **Contents:** **EBT:** • Modern technologies to implement Web-Applications for eBusiness • User Interface, Business Logic and Database Layer • Agile Software Development • Integration of Enterprise-Applications • Cloud & Container • DevOps **EIS:** • IT-Support for Organizational Learning • Success- and Failure Factors for large scale IT-Projects • Software Maintenance vs. Software Evolution • Architectural Styles and their Impact on Evolvability • Principles for Evolvable Systems • Data Quality in Information Systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**EBT:** Die Studierenden • identifizieren die wichtigsten Themen des Bereichs eBusiness, von den Anwendungen bis zu den Implementierungen • verstehen Zusammenhänge der B2B-Integration und der Realisierung von eBusiness-Anwendungen • wiederholen Grundlagen des Webs

- vergleichen technische Eigenschaften von HTTP-, Web- und Application Servern
- vergleichen Markup Languages (HTML, XML)
- unterscheiden Ansätze zur Schema-Modellierung wie DTD und XML Schema und erkennen die unterschiedliche Leistungsfähigkeit
- verstehen Methoden zur evolutionsfähigen Gestaltung von Datenstrukturen in XML
- unterscheiden Vorgehen bei der Datenhaltung und verschiedene Ansätze für den Datenbankzugriff
- verstehen Objekt-relationale Mapping Frameworks am Beispiel von Hibernate und JPA
- verstehen Komponentenmodelle wie Enterprise JavaBeans (EJB) aus dem JEE Framework
- unterscheiden das EJB Komponentenmodell von den OSGi Bundles und den Spring Beans
- verstehen und unterscheiden grundlegende Web Service Techniken wie SOAP und WSDL
- unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten
- verstehen grundlegende Eigenschaften eines Java-basierten Front-End-Frameworks am Beispiel von JSF
- verstehen grundlegende Eigenschaften von Service-orientierten Architekturen (SOA)
- verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung am Beispiel von Scrum
- unterscheiden agile Verfahren wie Scrum von iterativ-inkerementellen Verfahren wie RUP
- verstehen die Wichtigkeit von Code-Beispielen um die praktische Anwendbarkeit des theoretischen Wissens zu veranschaulichen.
- können die Code-Beispiele eigenständig zur Ausführung bringen und die praktischen Erfahrungen interpretieren und bewerten
- gestalten eigene Lernprozesse selbständig.
- schätzen ihre eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf die unterschiedlichen Architektur-Schichten ein(Benutzerinteraktion, Applikationslogik, Schnittstellenintegration, Datenbanksysteme)
- identifizieren eine eigene Vorstellung als zukünftige Software-Architekten und können die eigene Entwicklung planen
- reflektieren durch regelmäßige fachbezogene Fragen des Dozenten Ihre eigene Lösungskompetenz.

EIS:

Die Studierenden:

- definieren die Begriffe "Informationssysteme", "evolutionäre Informationssyste" und "organisatorisches Lernen"
- grenzen die Begriffe "Wissen" und "Information" gegeneinander ab

		• charakterisieren die in der Vorlesung erläuterten Formen der organisatorischen Veränderung • erklären das SEKI Modell nach Nonaka und Takeuchi • nennen Beispiele für die in der Vorlesung behandelten Formen der Wissensrepräsentation in IT-Systemen • nennen typische Erfolgs- und Risikofaktoren für große IT-Projekte • erklären die Kraftfeldtheorie nach Kurt Lewin • unterscheiden Typen von Software gemäß der Klassifikation nach Lehman und Belady • unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Arten der Software Wartung • benennen die Gesetzmäßigkeiten der Software-Evolution nach Lehman und Belady • bewerten die in der Vorlesung vorgestellten Vorgehensmodelle zur Softwareerstellung im Kontext der E-Typ-Software • nennen die in der Vorlesung vorgestellten Aspekte der Evolutionsfähigkeit von Software • erklären, wie die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Trennung von Belangen beitragen • erklären das Konzept des "Verzögerten Entwurfs" • erklären die Vor- und Nachteile generischer Datenbankschemata am Beispiel von EAV und EAV/CR • charakterisieren die in der Vorlesung vorgestelten Architekurkonzepte • grenzen die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsanforderungen gegeneinander ab • erklären wie Standards zur Systemintegration beitragen und wo die Grenzen der Standardisierung liegen • erklären das Prinzip eines Kommunikationsservers und der nachrichtenbasierten Integration • erklären den Begriff "Prozessintegration" • definieren den Begriff "Enterprise Application Integration" (EAI) • unterscheiden die in der Vorlesung vorgestellten Integrationsansätze • erklären die in der Vorlesung vorgestellten Dimensionen der Datenqualität • unterscheiden die grundlegenden Messmethoden für Datenqualität • erklären das Maßnahmenportfolio zur Verbesserung der Datenqualität nach Redman • benennen die in der Vorlesung vorgestellten Methoden zur Verbesserung der Datenqualität
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmieren in Java, Datenbanken (SQL)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 43961	**Knowledge Discovery in Databases mit Übung** Knowledge discovery in databases with tutorial	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Theoretical knowledge on: • Why data mining? • What is data mining? • A multi-dimensional view of data mining • What kinds of data can be mined? • What kinds of patterns can be mined? • What technologies are used? • What kinds of applications are targeted? • Major issues in data mining • A brief history of data mining Practical exercises on: • Introduction to Pandas & scikit-learn • Data analysis & data preprocessing • Frequent Pattern • Classification • Clustering • Outlier
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen den typischen KDD-Prozess; • kennen Verfahren zur Vorbereitung von Daten für das Data Mining; • definieren Distanz- oder Ähnlichkeits-Funktionen auf einem speziellen Datenbestand; • überprüfen Attribute eines Datensatzes auf ihre Bedeutung für die Analyse hin und transformieren ggf. Attributwerte geeignet; • wissen, wie ein typisches Data Warehouse aufgebaut ist; • kennen die Definition von Distanz- bzw. Ähnlichkeitsfunktionen für die verschiedenen Typen von Attributen; • sind vertraut mit dem Prinzip des Apriori-Algorithmus zur Bestimmung von Mengen häufiger Elemente (frequent itemsets); • kennen den FP-Growth-Algorithmus zum schnellen Auffinden von Mengen häufiger Elemente; • geben die Definitionen von Support und Confidence für Assoziationsregeln wieder; • beschreiben die Ermittlung von Assoziationsregeln auf der Basis von Mengen häufiger Elemente; • sind in der Lage, die Vorgehensweise bei Klassifikationsaufgaben darzustellen; • legen dar, wie ein Entscheidungsbaum auf einem Trainingsdatensatz erzeugt wird;

		• stellen das Prinzip der Bayes'schen Klassifikation dar; • zählen verschiedene Clustering-Verfahren auf; • beschreiben den Ablauf von k-Means-Clustering; • kennen die verschiedenen Arten von Ausreißern. • können die verschiedenen Schritte eines KDD Prozesses auch praktisch anwenden. The students: • know the typical KDD process; • know procedures for the preparation of data for data mining; • know the definition of distance or similarity functions for the different kinds of attributes; • define distance and similarity functions for a particular dataset; • check attributes of a dataset for their meaning with reference to an analysis and transform attribute values accordingly, if required. • know how a typical data warehouse is structured; • are familar with the principle of the Apriori algorithm for the identification of frequent itemsets; • know the FP-growth algorithm for a faster identification of frequent itemsets: • present the definitions of support and confidence for association rules; • describe the construction of association rules based on frequent itemsets; • are capable of describing the course of action in classification tasks; • present the construction of a decision tree based on a training dataset; • present the principle of Bayes' classification; • enumerate different clustering procedures; • describe the steps of k-means clustering; • know the different kinds of outliers. • are able to practically apply the various steps of a KDD process.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	The lecture is based on the following book:
		•
		  ° A. Géron, Hands-on machine learning with Scikit-Learn and TensorFlow : concepts, tools, and techniques to build intelligent systems, 2nd ed. OReilly Media, 2017, ISBN: 978-1491962299
		  ° H. Du, Data Mining Techniques and Applications: An Introduction. Cengage Learning EMEA, May 2010, p. 336, ISBN: 978-1844808915
		  ° I. H. Witten, E. Frank, M. A. Hall, et al., Data Mining, Fourth Edition: Practical Machine Learning Tools and Techniques, 4th. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2016, ISBN: 0128042915

1	**Modulbezeichnung** 675090	**Prozessorientierte Informationssysteme** Process-oriented information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	In einer globalisierten Welt stehen Unternehmen vor der großen Herausforderung, ständige Veränderungen zu bewältigen. Demzufolge müssen die Unternehmen ihre differenzierenden Geschäftsprozesse in immer kürzeren Zeitfenstern anpassen. Wenn sie nicht auf die Veränderungen reagieren, sind sie in ihrer Existenz bedroht. Idealerweise kann die IT-Abteilung des Unternehmens bei der Bewältigung der Herausforderungen helfen, indem sie ihren Anteil - die Implementierung der Unternehmensstrategie - so schnell wie möglich erledigt. Unglücklicherweise bleibt die Grundsatzfrage aber unbeantwortet: Wie kann eine IT-Abteilung die schnelle Implementierung neuer strategischer Prozesse sicherstellen, so dass diese zu einer wesentlichen Säule für ein Unternehmen werden? Dieses Modul geht die Frage von verschiedenen Blickwinkeln an und erörtert Lösungen, die hauptsächlich auf den folgenden drei Säulen basieren: 1) eine geschäftsprozessprozessgesteuerte Methodik, um die essentiellen Teile/ Artefakte der resultierenden Geschäftsapplikation abzuleiten. 2) eine zukunftsfähige und flexible Architektur für prozessgesteuerte Applikationen, die deren Hauptfunktionalität in verschiedene Schichten untergliedert. 3) die generelle Nutzung von BPMN (Business Process Model and Notation) sowohl zur Modellierung als auch zur Implementierung aller Prozesse (Geschäftsprozesse wie technische Integrationsprozesse) einer prozessgesteuerten Applikation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... • definieren Business Process Management (BPM) und erklären dessen Schlüsselfrage • veranschaulichen den BPM-Lebenszyklus sowie das BPM-Framework • ermessen die Bedeutung von Prozessautomation im BPM • erklären alle Notationselemente der BPMN-Spezifikation • schildern den Prozessfluss in vorgegebenen BPMN-Diagrammen und verstehen den Unterschied zwischen Orchestrierung und Kollaboration • demonstrieren die Konditionen für den Einsatz der verschiedenen BPMN-Ereignisse und -Gateways • modellieren, implementieren und evaluieren mit dem BPMN-Standard alle Arten von Prozessen innerhalb einer prozessgesteuerten Applikation

		• konzipieren Transaktionen sowie Fehler- und Timeout-Behandlung in BPMN • evaluieren unterschiedliche BPMN-Modellierungsvarianten für den gleichen Prozess • erkennen Unterschiede zwischen der BPMN und anderen im Modul vorgestellten Modellierungsnotationen und beurteilen deren Vor- und Nachteile im Vergleich untereinander • setzen "Separation of Concerns" korrekt ein und kennen sämtliche Entwicklungsschritte, die zu einer ausführbaren PDA führen. • erfassen und differenzieren bei der BPMN-Modellierung wichtige Stilregeln (Best Practices), die über die BPMN-Spezifikation hinausgehen • illustrieren die verschiedenen BPMN-Level zur Prozessmodellierung sowie deren Granularität je nach Konsumenten des Prozessmodells • identifizieren den Use Case für prozessgesteuerte Applikationen • verstehen die Komplexität und die Herausforderungen von prozessgesteuerten Applikationen • verstehen den Bedarf nach einer nachhaltigen Methodik und Architektur bei der Konzeption von prozessgesteuerten Applikationen, um den dabei auftretenden Herausforderungen zu begegnen • validieren die (Schichten-)Architektur und Schnittstellen einer prozessgesteuerten Applikation sowie deren Einsatzgebiet • erfassen die heterogene, über mehrere Jahre hinweg gewachsene IT-Landschaft in Unternehmen • können zwischen einer 2- und 3-Schichten-Architektur unterscheiden • schätzen die Bedeutung von SOA, Integration, Patterns, Eventing und Controlling im Kontext prozessgesteuerter Applikationen ein • untergliedern Funktionalität in verschiedene Schichten und implementieren diese so, dass die vom Unternehmen benötigte Flexibilität erhalten bleibt • zeigen die Funktionsweise eines Enterprise Service Bus (ESB) auf und bewerten diese im Kontext prozessgesteuerter Applikationen • spezifizieren und implementieren prozessgesteuerte Applikationen • erklären die Funktionsweise von Rule Engines und insbesondere des Rete-Algorithmus • erhöhen die Flexibilität von prozessgesteuerten Applikationen durch den Einsatz von Business Rule Management Systemen (BRMS) und Analyse-Anwendungen • arbeiten kooperativ und eigenverantwortlich in Kleingruppen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Kenntnisse über Petri-Netze.

		• Kenntnisse über Basistechnologien und -konzepte aus dem Bereich der SOA (Service-Oriented Architecture), u.a. XML, Web Services, SOAP, UDDI-Registrierung, Repositories, WSDL, zum Beispiel durch den Besuch der Vorlesung eBusiness Technologies (EBT).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Freund, Jakob; Rücker, Bernd (German version): Praxishandbuch BPMN 2.0. 4., aktualisierte Auflage. München: Hanser, 2014. • Freund, Jakob; Rücker, Bernd (English Version): Real-Life BPMN: Using BPMN 2.0 to Analyze, Improve, and Automate Processes in Your Company. 2nd Edition. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. • Göpfert, Jochen; Lindenbach, Heidi: Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN 2.0: Business Process Model and Notation. Oldenbourg Verlag, 2013. • Josuttis, Nicolai: SOA in Practice: The Art of Distributed System Design. O'Reilly, 2007. • Hohpe, Gregor; Woolf, Bobby: Enterprise Integration Patterns: Designing, Building, and Deploying Messaging Solutions. Addison-Wesley, 2010. • Silver, Bruce: BPMN Method and Style: with BPMN implementer's guide. 2nd Edition. Cody-Cassidy Press, 2011. • Stiehl, Volker (German version): Prozessgesteuerte Anwendungen entwickeln und ausführen mit BPMN: Wie flexible Anwendungsarchitekturen wirklich erreicht werden können. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2013. • Stiehl, Volker (English version): Process-Driven Applications with BPMN. Springer, 2014.

1	**Modulbezeichnung** 669768	**SWAT-Intensivübung** SWAT intensive tutorial	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	• Entwurf und Implementierung einer typischen Web-Applikation • Kreatives Arbeiten im Team • Agile Softwareentwicklung • Verwendung von aktuellen Technologien • Moderne Programmiertechniken
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • konzipieren und implementieren eine mehrschichtige Web-Anwendung. • bewerten den Arbeitsaufwand von Aufgaben. • wenden agile Entwicklungsmethoden im Rahmen von Softwareentwicklung an. • arbeiten kooperativ und verantwortlich in Gruppen und können das eigene Kooperationsverhalten sowie die Zusammenarbeit in der Gruppe kritisch reflektieren und optimieren. • arbeiten sich eigenständig in Technologien ein, stellen diese Technologien in Präsentationen vor und wenden sie im Projekt an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Algorithmen und Datenstrukturen: Objektorientierung • Konzeptionelle Modellierung: Datenmodellierung und UML • Softwareentwicklung in Großprojekten: Entwurfsmustern und IT-Vorgehensmodellen • Systemprogrammierung: Betriebssystem-Architektur • Rechnerkommunikation: Transferprotokollen • Implementierung von Datenbanksystemen: Schichtenarchitektur, Transaktionen • eBusiness Technologies: Scrum und RUP, Advanced XML, OOA&D crash course (Adv. UML), O/R-Mapping, Component Models, Web Basics, Web Services, Presentation Tier (MVC, AJAX, HTML5)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 115 h Eigenstudium: 35 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Elemental Design Patterns, Smith, 2012 • Patterns of Enterprise Application Architecture, Fowler, 2003 • Scrum mit User Stories, Wirdemann, 2011 • Agile Testing, Crispin and Gregory, 2009 • More Agile Testing, Crispin and Gregory, 2015

Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 96381	**Bildgebende Radarsysteme** Imaging radar systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Bildgebende Radarsysteme Übung (2 SWS) Vorlesung: Bildgebende Radarsysteme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Ingrid Ullmann Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	In vielen sehr aktuellen Innovationsfeldern wie etwa im Bereich der der Robotik / fahrerlose Systeme, der Kfz-Sensorik, der Sicherheitstechnik, der Fernerkundung und Umwelttechnik, der Medizin oder im Bereich Internet der Dinge" spielen bildgebende Hochfrequenzsysteme eine zentrale Rolle. Bildgebende Hochfrequenzsysteme erfassen die Umwelt - was die Basis für jegliche autonome und flexible Entscheidungen ist - und sie können Erkenntnisse über visuell nicht zugängliche Strukturen gewinnen. Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse im zuvor genannten Themengebiet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprinzipien, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und reflektieren. Im Vordergrund stehen bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen. Das Modul umfasst die folgenden Kapitel: • Einführung • Systemtheorie bildgebender Hochfrequenzsysteme • Radartechnik • Direkt abbildende Verfahren und Systeme • Synthetic Aperture Radar (SAR) • Polarimetrie • Radiometrische Bildgebung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen und können diese gegenüberstellen, charakterisieren und aufgabenbezogen auswählen; • können die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprinzipien, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und diskutieren; • können die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen bei der Erfassung und Erkennung von Strukturen / Objekten einschätzen und in der Praxis überprüfen; • sind in der Lage, Systemabschätzungen vorzunehmen und die Einsetzbarkeit von Radarsystemen in den Bereichen Diagnose / Subsurface Sensing, Nahbereichsabbildung und

		Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten • Hochfrequenztechnik • Signale und Systeme
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	"Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009. "Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999. "Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008. "Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011. "Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006. "Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007.

1	**Modulbezeichnung** 96401	**Globale Navigationssatellitensysteme** Global navigation satellite systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Globale Navigationssatellitensysteme (1 SWS) Vorlesung: Globale Navigationssatellitensysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	*Hinweis:* 1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll den Studierenden Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben. *Inhalte:* *|1. Überblick: Signale und Systeme|* • Einführung • GPS Global Positioning System • Galileo • Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS • Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen *|2. Grundlagen und Funktiosweise der Satellitenortung|* • Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits • Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen • Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung • Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase *|3. GNSS Empfänger|* • Signalkonditionierung • Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale • Releschleifen zur Signalverfolgung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll die Beurteilungsfähigkeit der Studierenden für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen die Studierenden die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen. 3. Die Studierenden sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie: 1. Mindestens 75% der Hausaufgaben bestanden haben UND 2. Mindestens 75% der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	1. Pratap Misra, Per Enge, Global Positioning System", Ganga-Jamuna Press, 2001 2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, Understanding GPS Principles and Applications"Artech House, 2. Auflage, 2006 3. Werner Mansfeld, "Satellitenortung und Navigation, Vieweg, 2004

1	**Modulbezeichnung** 96101	**Integrierte Navigationssysteme** Integrated navigation systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**1. Überblick** • Von der Astronavigation zur Navigation mit Mikroelektronik • Messprinzipien & Positionsberechnung (Standlinien/-flächen) • Begriffsdefinitionen (s. US Federal Radionavigation Plan), Genauigkeit, Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Integrität, etc. • Systematische Strukturierung des Gebiets: siehe 2. bis 7. **2. Positions- und Lagebestimmung** • Funkausbreitung und Funkortung (Beispiel WLAN) • Fingerabdruckverfahren • Lokalisierung mit Markovketten **3. Koppelnavigation (Tracking) mittels Trägheitsnavigation** • Koordinatensysteme und ihre Einsatzgebiete • Mathematische Gundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt • Strapdown Inertial Navigation Systems • Sensorprinzipien und Trägheitssensoren • Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen • System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum • Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion **4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)** **5. Landmarken als lokaler Ortsbezug** • Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB • Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration **6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion** • Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS & Trägheitsnavigation **7. Einbettung von Navigationssystemen** • Assisted GPS oder Location Based Service Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln. 2. Die Studierenden lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen. 3. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System¬theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

1	**Modulbezeichnung** 92730	**Kommunikationselektronik** Communications electronics 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jörg Robert
5	**Inhalt**	1.Einleitung 2.Darstellung von Signalen und Spektren • Kontinuierliche und diskrete Signale • Spektrum eines Signals • Unterabtastung und Überabtastung 3.Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems • Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems • Basisband- und Trägersignale • Empfänger-Topologien • Signale in einem Software Defined Radio System 4.Drahtlose Netzwerke 5.Übertragungsstrecke • Funkstrecke • Antennen 6.Leistungsdaten eines Empfängers • Rauschen • Nichtlinearität • Dynamikbereich eines Empfängers 7.Digital Downconverter • CIC-Filter • Polyphasen-FIR-Filter • Halbband-Filterkaskade • Interpolation 8.Demodulation digital modulierter Signale • Einführung • Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung Das Modul Kommunikationselektronik behandelt Aspekte der Schaltungstechnik und der Signalverarbeitung drahtloser Übertragungssysteme, die als sog. "Software Defined Radio" Systeme aufgebaut sind. Als Beispiel dient der Empfänger eines einfachen Telemetrie-Systems, der von der Antenne bis zum Nutzdatenausgang behandelt wird. Schwerpunkte bilden der Aufbau und die Eigenschaften der Hardware des Empfängers sowie die Algorithmen zum Empfang von Telemetrie-Signalen. Dabei wird ein typisches System mit Hilfe eines miniaturisierten Empfängers und einer Verarbeitung mit dem MATLAB-kompatiblen Mathematikprogramm Octave implementiert. Die benötigte Software wird den Studierenden zur Verfügung gestellt. **Content:** 1. Introduction 2. Signal representation and discrete signals a. Continuous and discrete signals

		b. Signal spectrum c. Downsampling and upsampling 3. Structure and signals of a Software Defined Radio a. Block diagram of a Software Defined Radio b. Base band signals and carrier signals c. Receiver topologies d. Signals in a Software Defined Radio 4. Wireless networks 5. Transmission path a. Radio link b. Antennas 6. Performance data of a receiver a. Noise b. Nonlinearities c. Dynamic range of a receiver 7. Digital Down Converter a. CIC filter b. Polyphase FIR filter c. Halfband filter cascade d. Interpolation 8. Demodulation of digital modulated signals a. Introduction b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission The module Communication Electronics deals with aspects of circuitry and signal processing of wireless communication systems, built up as so-called "Software Defined Radio systems. A receiver of a simple telemetry system serves as an example, being examined starting from its antenna to the user data output. The focus lies on the structure and the characteristic of the receivers hardware as well as the algorithms for the reception of telemetry signals. A typical system is implemented using a miniaturized receiver and processing with the MATLAB-compatible Octave math program. The required software is provided to the students.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden verstehen die grundlegende Funktionsweise eines Software Defined Radio (SDR) Systems, d.h. sie verstehen die Funktionsweise der einzelnen Signalverarbeitungsschritte sowie die auftretenden Signale selbst. 2. Die Studierenden analysieren die Leistungsfähigkeit der analogen Komponenten eines SDR Systems und können Verfahren zur Optimierung dieser Komponenten selbständig anwenden. 3. Die Studierenden analysieren die digitalen Verarbeitungsschritte ausgewählter Modulationsarten und können damit selbst die digitale Signalverarbeitung eines SDR Senders und Empfängers erschaffen. 1. The students will understand the basic operation of a Software Defined Radio (SDR) system, i.e. the students will understand how the individual signal processing steps work as well as the signals themselves.

		2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3.The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Informationstechnik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973

1	**Modulbezeichnung** 96801	**Kommunikationsstrukturen** Communication structures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationsstrukturen (2 SWS) Übung: Übungen zu Kommunikationsstrukturen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Einführung • Information und Kommunikation • Anwendungsgebiete - Kommunikation **Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen** • Grundlegende Definitionen und Klassifikationen • Grundlegende Strukturen **Protokolle und Schnittstellen** • Grundlagen • Basis-Verfahren und Beispiele • TCP/IP-Protokol • Referenzmodell nach ISO/OSI • Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC) • Bitübertragungsschicht/Physical Layer • Übertragungsmedien **Hardware in Kommunikationsstrukturen** • HW-Architekturen und Funktionsblöcke • Digitale und Analoge Komponenten • Schaltungsdetails von Komponenten **Grundlagen von Bussystemen** • Klassifikation • Funktionale Eigenschaften • Arbitrierungs-Verfahren **Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme** • Bus-Applikationen • Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .) • Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .) • Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .) • Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .) **Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen** • Feldkommunikation • Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .) • Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .) • Weitverkehrsnetze • SDH, PDH, ATM,
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.

		2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96316	**Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)** Radar, RFID and wireless sensor systems (RWS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonoumous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc., 2009 Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg, 1999 Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung" Albrecht K. Ludloff, 2008 "RFID at ultra and super high frequencies: theory and application Dominique Paret, John Wiley & Sons, 2009. RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC", Klaus Finkenzeller, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage 2012.

1	**Modulbezeichnung** 44400	**Radar Signal Processing** Radar signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Radar Signal Processing (2 SWS) Übung: Radar Signal Processing Exercises (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger
5	**Inhalt**	Radar is a key technology for a growing number of sensing tasks that range from the detection, location and tracking of moving objects to high-resolution imaging of surfaces, sub-surfaces and 3-D volumes. While the traditional radar applications focused on aerospace security, weather services and traffic surveillance, radar is now becoming a central contactless sensor technology for the automotive sector, medical diagnostics, gesture control, civil engineering, as well as large scale environmental and climate change monitoring, to name only a few. Associated with the new applications is an increasing demand for advanced signal processing techniques to extract the relevant information from the microwave echoes acquired by single- and multi-aperture radar systems in complex environments. This lecture will give an overview of a variety of one-, two-, and three-dimensional radar signal and image processing algorithms and their application for different sensing tasks. The theoretical derivations are complemented by computer examples and simulations that form an integral part of both the lecture and the exercises. The lecture covers the following topics: • Introduction (radar principles & applications, signal & noise models, interference, Doppler shift) • Basics of Signal Processing with Python (Jupyter Notebooks) • Data Acquisition (I/Q demodulation, complex signal representation, sampling, quantization) • Range Processing (radar waveforms, pulse compression, ambiguity function, sidelobe reduction) • Doppler Processing (MTI, clutter suppression, range-Doppler ambiguities, spectral estimation) • Detection Theory (target models, Neyman-Pearson criterion, CFAR detector, CRBs) • Multi-Channel Processing (spatial filtering, interference suppression, adaptive beamforming) • Synthetic Aperture Radar (basics of coherent imaging, SAR data model, time-domain processing) • SAR Focusing Algorithms (range-Doppler, chirp scaling, motion compensation, autofocus) • SAR Image Analysis (image statistics, speckle filtering, segmentation, classification) • Radar Polarimetry (wave representations, scattering models, polarimetric decomposition) • Interferometry (interferometric processing chain, statistical performance models, applications)

		• Tomography (principles of 3-D imaging, tomographic processing, remote sensing applications) • Space-Time Adaptive Processing (GMTI, optimum processor, pre- & post-Doppler STAP) • Advanced Topics (bi- & multistatic radar, MIMO radar, compressive sensing)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen • understand the basic principles and applications of radar systems • understand the statistical properties of SAR images and their combinations • understand current developments associated with bi- and multistatic SAR, MIMO radar, etc. Anwenden • implement signal processing algorithms for radar detection and parameter estimation • use performance metrics for the evaluation of radar systems and signal processing algorithms • focus coherent radar raw data into high-resolution SAR images • apply space-time adaptive processing techniques for ground moving target indication Analysieren • select and apply spectral processing techniques for clutter and interference suppression • simulate the performance of radar systems in complex environments Erschaffen • combine multiple complex-valued SAR images into higher-level information products
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, aber grundlegende Kenntnisse erforderlich in Signal- und Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie und linearer Algebra. Von Vorteil wären zudem Vorkenntnisse auf einem Teil der folgenden Gebiete: statistische Signalverarbeitung, Hochfrequenztechnik, Radar und/oder nachrichtentechnische Systeme.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• The handouts distributed at the beginning of each lecture cover the entire material and are fully sufficient for exam preparation. • The following literature can be consulted if detailed information is needed on individual aspects: - M. Richards, Fundamentals of Radar Signal Processing, McGraw-Hill, 2nd ed., 2014 - I. Cumming, F. Wong, Digital Processing of Synthetic Aperture Radar Data, Artech House, 2004 - J. Curlander, R. Donough, Synthetic Aperture Radar Systems & Signal Processing, Wiley, 1991 - F. Ulaby, D. Long, Microwave Radar and Radiometric Remote Sensing, Michigan Press, 2014 - C. Oliver, S. Quegan, Understanding Synthetic Aperture Images, Scitech, 2004 - H. Van Trees, Optimum Array Processing, Wiley Interscience, 2002 - J. Guerci, Space-Time Adaptive Processing for Radar, Artech House, 2nd ed., 2015 - R. Hanssen, Radar Interferometry, Kluwer Academic Publishers, 2001 - J. Li, P. Stoica, MIMO Radar Signal Processing, Wiley, 2008

1	**Modulbezeichnung** 652213	**Satellitengestützte Ortsbestimmung** Global navigation satellite systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Globale Navigationssatellitensysteme (1 SWS) Vorlesung: Globale Navigationssatellitensysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	*Hinweis:* 1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (MATLAB) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll Ihnen Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben. *Inhalte:* *|1. Überblick: Signale und Systeme|* • Einführung • GPS Global Positioning System • Galileo • Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS • Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen *|2. Grundlagen und Funktiosweise der Satellitenortung|* • Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits • Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen • Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung • Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase *|3. GNSS Empfänger|* • Signalkonditionierung • Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale • Releschleifen zur Signalverfolgung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll Ihre Beurteilungsfähigkeit für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen Sie die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen. 3. Sie sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	1. Pratap Misra, Per Enge, Global Positioning System", Ganga-Jamuna Press, 2001 2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, Understanding GPS Principles and Applications"Artech House, 2. Auflage, 2006 3. Werner Mansfeld, "Satellitenortung und Navigation, Vieweg, 2004

1	**Modulbezeichnung** 43460	**Satellitenkommunikation** Satellite communication	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	**Inhalt**	Nach einem historischen Rückblick zur Entwicklung der Satellitenkommunikation werden die einzelnen Komponenten eines typischen Gesamtsystems (Boden- und Raumsegment) näher betrachtet. Hierzu zählt der prinzipielle Aufbau von Trägerraketen, von Satelliten (Satellitenplattformen, Subsysteme, Nutzlasten), die meist genutzten Umlaufbahnen und die verschiedenen Kommunikationsverbindungen (Uplink, Downlink, Inter-Satellite-Link). Die Besonderheiten der Signalausbreitung und -übertragung über große Entfernungen zwischen Bodenstationen und Satelliten werden erklärt und mit Beispielen ergänzt. Dabei wird insbesondere eingegangen auf verwendete Frequenzen, Signaldispersion und -dämpfung, atmosphärische Effekte sowie Störeinflüsse der Weltraumumgebung. Die Architektur transparenter und regenerativer Kommunikationseinheiten wird ausführlich an Beispielen kommerziell verfügbarer Transponder und Onboard-Prozessoren erklärt. Die Prinzipien moderner, standardisierter Verfahren zur Signalaufbereitung und Übertragung von Video-/Bild und Audiosignalen über Satellit (z.B. MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X) werden erläutert und diskutiert. Dies umfasst Verfahren zur Quellencodierung, Kanalcodierung und Modulation, Kanalzugriff und -diversität. Außerdem wird auf die im Orbit und im kommerziellen Einsatz befindlichen Kommunikationssatelliten und der damit verbundenen großen Dienstevielfalt eingegangen wie z.B. bei TV- und Breitbandversorgung sowie in Mobilkommunikationssystemen. Abschließend werden einige Herausforderungen und Forschungsansätze im Zusammenhang mit den neuen Megakonstellationen und Next Generation High Throughput Satellites (HTS) für zukünftige Satellitensysteme vorgestellt. Die in der Vorlesung behandelten physikalischen, elektro- und nachrichtentechnischen Zusammenhänge werden in den ergänzenden Übungen mit Rechenbeispielen vertieft. Gliederung der Vorlesung: **1. Einführung:** Überblick über die Hauptkomponenten, Satelliten, Anwendungen und Dienste, sowie Orbits, Aufgaben und Frequenzen der Satellitennetzwerke **2. Historie der Satellitenkommunikation:** Wichtige Meilensteine, Entwicklung in Europa und Deutschland **3. Orbits und Konstellationen:** Keplersche Gesetze, Beschreibung von Orbits, verwendete Umlaufbahnen, Bodenspuren, erreichbare Abdeckung

4. Trägersysteme:
Trägerraketen, Entwicklung, Anbietermarkt, Nutzlastfähigkeit, Startplätze, Startverlauf
5. Satellitenaufbau:
Auswahl aktueller Satellitenplattformen, Satellitenaufbau, Plattformkomponenten, Montageschritte und Tests
6. Satellitennutzlast (Payload):
Komponenten, Industrielle Beispiele, Aufbau und Aufgaben der Payload, Transponderarchitekturen, Antennen
7. Signalausbreitung und Leistungsbilanz:
Signalausbreitung, Freiraumverluste, Signaldämpfung, Rauschen, Signal-Rausch-Verhältnis, Linkbudget
8. Weltraumumgebung: Weltraumumgebungsbedingungen, Einflüsse auf den Satelliten und die Elektronik der Nutzlast
9. Quellencodierung:
Audio-, Bild- und Videokompression das Content des Satellitenfernsehens
10. Signalmodulation und Kanalcodierung:
Signalkonstellationen, Modulation und Codes zur Fehlerkorrektur
11. Diversitäts- und Zugriffsverfahren:
Medium Access, Duplextechniken, Multiplexmethoden, Diversitätstechniken
12. Moderne Satellitenkommunikationssysteme:
Rundfunksysteme wie Sirius XM Satellite Radio, zellulare Internetversorgung mittels Satellitenkommunikation
13. Neueste Themen aus Forschung und Entwicklung

SatKom auf StudOn: http://www.studon.uni-erlangen.de/crs117969.html

After a historical retrospective about the developments in satellite communication, the core components of a typical satellite system (ground- and space-segment) are introduced. The principles and architectures of rockets/ carriers, satellites (platform, subsystems, payload), used orbits, and the various communication links (uplink, downlink, inter-satellite-link) are shown. The special features and properties of signal transmission over such large distances are explained and stuffed with examples. In particular, more details are provided on the used frequencies, signal dispersion and attenuation, atmospheric effects as well as impairments due to space environment. The architecture of transparent and regenerative communication payloads are described in detail, accompanied by corresponding examples of commercially used transponders and onboard-processors and their technology.
The principles of modern standardized methods for signal transmission and preparation of video-/image- and audio-signals via satellite, e.g., MPEG, H.264/265, DVB-S/-S2/-S2X, are illustrated and discussed. This includes methods for efficient source coding, channel coding and modulation, channel access and diversity schemes.

		Furthermore, the currently available communication satellites in orbit and the related variety of commercial services are introduced like, e.g., TV- and broadband services as well as mobile communication services and systems. Based on that, a few challenges and perspectives for research and development for future satellite systems are highlighted with respect to the upcoming new mega constellations and next generation high throughput satellites (HTS). The physical, electro-technical and communications concepts and schemes shown in the lectures are complemented by tutorials with sample calculations. Table of contents: **1. Introduction:** Overview of main components, satellites, applications and services, orbits, tasks, frequencies, satellite networks **2. History of satellite communications:** Major milestones, development in Europe and Germany **3. Orbits and constellations:** Kepler's laws, description of orbits, orbits used, ground tracks, achievable coverage **4. Launcher systems:** Launch vehicles, providers, payload capabilities, launch sites, launch history **5. Satellite structure:** Selection of current satellite platforms, satellite structure, platform components, assembly steps and tests **6. Payload:** Components, structure and tasks of payload, transponder architecture, antennas **7. Signal propagation and link budget:** Signal propagation, free space losses, signal attenuation, noise, signal to noise ratio, link budget **8. Space environment:** Space environmental conditions, influences on the satellites and payload electronics **9. Source coding:** Audio, image and video compression - the satellite TV broadcasting content **10. Signal modulation and channel coding:** Signal constellations, modulation and error correction coding **11. Diversity and access schemes:** Medium access, duplex methods, multiplex methods, diversity techniques **12. Modern satellite communications systems:** Broadcasting systems like Sirius XM Satellite Radio, satellite cellular broadband communication **13. Latest topics in research and development**
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden bekommen einen guten Überblick über alle Aspekte der Satellitenkommunikation inklusive Historie. • Die Studierenden lernen die weltweit führenden oder in Europa ansässigen Firmen und Organisationen kennen, die in den Bereichen Satellitenbau und -betrieb, Satellitendienste bzw. -anwendungen, sowie Forschung und Entwicklung tätig sind. • Die Studierenden können die Herausforderungen der Weltraumumgebung sowie Vor- und Nachteile verschiedener Orbits einschätzen und wichtige Kenngröße berechnen • Die Studierenden lernen die Signalverarbeitungsschritte im Sender, Satelliten und Empfänger kennen - von der

		Audio/Video-Quelle über Link-Budget-Berechnungen bis zur Datensenke. • Die Studierenden lernen den Aufbau und wichtige Kenngrößen von Satelliten, Konstellationen und Launchern kennen und dabei verwendete Konzepte zu unterscheiden und zu klassifizieren bzgl. deren Vor- und Nachteilen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 96621	**Transceiver-Systementwurf** Transceiver system design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	1. Einführung 2. Systemübersicht und Anforderungen • GPSGSM-WLAN • Vergleichende Zusammenfassung 3. Basisbandverarbeitung • Optimierung und Wechselwirkungen am Beispiel einer PLL • Anforderungsprofil bei GPS, GSM und WLAN 4. A/D- und D/A-Umsetzung • Dominierendes Nutzsignal bei GSM und WLAN • Dominierendes Rauschen bei GPS • Anforderungsübersicht 5. Frontend • Analyse und Charakterisierung von Störungen (Nichtlinearitäten, Rauschen, Dynamikbereicht, I/Q-Balance, Phasenrauschen) • Systementwurf (Entwurfzyklus, Empfänger-Architekturen, Sender-Architekturen) 6. Ausblick
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Anhand der Beispielsysteme GPS, GSM und WLAN sollen Studierende beurteilen lernen, wie das Wechselspiel zwischen Realisierungsaufwand und nachrichtentechnischer Systemanforderung ist. 2. Anhand von Beispielen sollen Studierenden die wesentlichen Entwurfsschritte bis hin zur Parametrisierung auf Blockschaltbildebene klar werden, wenn der Ausgangspunkt eine nachrichtentechnische Systembeschreibung ist. 3. Anhand von Architekturbeispielen sollen Studierende ein Verständnis für die Spielräume und Abwägungen beim Entwurf eines Endgerätes entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich aus: Signal- und Systemtheorie, Nachrichtentechnische Systeme, Stochastik. Erste mikroelektronische Kenntnisse helfen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Mikroelektronik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Vorlesung.

Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design

1	**Modulbezeichnung** 965820	**Approximate Computing** Approximate computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr. Oliver Keszöcze Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Approximate Computing denotes a quite young research area that exploits the fact and capability of many applications and systems to tolerate imprecision and/or inexactness of computed results. Prominent areas of applications and novel techniques of computing approximate rather than exact results have brought up new implementations either at hardware and/or software levels for important emergent workloads such as searching, mining, image processing, and data retrieval. Although hardware technology is improving at a fast pace, energy and power are becoming more and more important constraints apart from exactly computing results in an acceptable amount of time. The main goals of approximate computing techniques are therefore to exploit the possible trade-off between power/energy consumption, accuracy, performance, and/or cost, e.g., utilized hardware resources. The purpose of the course approximate computing is to instruct students about the main ideas and concepts of approximate computing. This includes analyzing the trade-off between energy consumption, accuracy, run-time and hardware costs, concrete approximating techniques (e.g. approximate hardware synthesis, approximating algorithms) as well as theoretical background (determining the computational error and its complexity).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • The students know the principles and benefits of Approximate Computing and when it is applicable. • The students know multiple error metrics and their semantic meaning. Fachkompetenz - Verstehen • The students understand the difference between the error metrics. • The students understand the principle of function falsification. • The students can apply the presented approximation techniques. Fachkompetenz - Anwenden • The students are capable of choosing the appropriate approximation technique based on given requirements.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/approximate-computing

1	**Modulbezeichnung** 451696	**Cyber-Physical Systems** Cyber-physical systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Cyber-Physical Systems (2 SWS) Vorlesung: Cyber-Physical Systems (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Torsten Klie	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Dr.-Ing. Torsten Klie
5	**Inhalt**	Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt. Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren. Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	**Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:** • Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016. • Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992. • Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010. • Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010. • Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021 • André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018. • Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008. • Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021. **Weitere Informationen:** https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/

1	**Modulbezeichnung** 44470	**Cyber-Physical Systems** Cyber-physical systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Dr.-Ing. Torsten Klie
5	**Inhalt**	Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt. Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren. Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisiationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	**Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:** • Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016. • Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992. • Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010. • Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010. • Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021 • André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018. • Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008. • Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021. **Weitere Informationen:** https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/cyber-physical-systems/

1	**Modulbezeichnung** 636348	**Cyber-Physical Systems** Cyber-physical systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Cyber-Physical Systems (2 SWS) Vorlesung: Cyber-Physical Systems (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Torsten Klie	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Torsten Klie
5	**Inhalt**	Klassische Computersysteme zeichnen sich durch eine strikte Trennung von realer und virtueller Welt aus. Moderne Steuerungssysteme, die z.B. in modernen Fahrzeugen verbaut sind und die aus einer Vielzahl von Sensoren und Aktoren bestehen, entsprechen diesem Bild nur sehr eingeschränkt. Diese Systeme, oft "Cyber-Physical Systems (CPS)" genannt, erkennen ihre physische Umgebung, verarbeiten diese Informationen und können die physische Umwelt auch koordiniert beeinflussen. Hierzu ist eine starke Kopplung von physischem Anwendungsmodell und dem Computer-Steuerungsmodell nötig. Im Unterschied zu Eingebetteten Systemen bestehen CPS meist aus vielen vernetzten Komponenten, die sich selbständig untereinander koordinieren. Diese Vorlesung spannt den Bogen von kontrolltheoretischen Grundlagen über Selbstorganisationsprinzipien bis hin zu visionären Anwendungen aus den Bereichen Verkehr und Medizintechnik. Ferner werden Entwurfsmethoden für Cyber-Physical Systems vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erläutern, was Cyber-Physical Systems sind und auf welchen technologischen Grundlagen sie aufbauen, insbesondere in den Bereichen Regelungstechnik, Ablaufplanung, Kommunikation und Selbstorganisation bewerten CPS in verschiedenen Anwendungsgebieten stellen den Entwurfsprozess von CPS dar, insbesondere die Modellierung und die grundlegende Programmierung entdecken wesentliche Herausforderungen beim Entwurf, Ausbringung und Einsatz von CPS.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Andrea Bondavalli, Sara Bouchenak und Hermann Kopetz (Hrsg.) Cyber-Physical Systems of Systems: Foundations – A Conceptual Model and Some Derivations: The AMADEOS Legacy. Springer 2016. • Otto Föllinger Regelungstechnik. Hüthig 1992. • Hilmar Jaschek und Holger Voos Grundkurs der Regelungstechnik. Oldenbourg 2010. • Jörg Kahlert Crash-Kurs Regelungstechnik. VDE Verlag 2010. • Peter Marwedel Embedded Systems Design – Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems, and the Internet of Things, 4. Auflage. Springer 2021 • André Platzner Logic Foundations of Cyber-physical Systems. Springer 2018. • Wolfgang Schneider Praktische Regelungstechnik. Vieweg +Teubner 2008. • Walid M. Taha, Abd-Ehamid M. Taha und Johan Thunberg Cyber-physical Systems – A Model-based Approach. Springer 2021.

1	**Modulbezeichnung** 502509	**Hardware-Software-Co-Design** Hardware-software-co-design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelephone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren. Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation. 1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen. 2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software 3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung) 4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese) 5) Verifikation und Cosimulation 6) Tafelübungen Content: Numerous realisations of embedded systems (e.g. mobile phones, fax machines, industrial controls) are characterised by cooperating hardware and software components. The popularity of such realisations can be explained by 1) the increasing diversity and complexity of heterogeneous systems, 2) the need to reduce design and testing costs, and 3) advances in key technologies (microelectronics, formal design methods). For example, semiconductor manufacturers offer low-cost ASICs that integrate a microcontroller and user-specific peripherals and data paths on a single chip. However, the synthesis of such systems raises a number of novel design problems, in particular 1) the issue of hardware and software component selection, 2) the partitioning of a specification into hardware and software, 3) the automatic synthesis of interface and communication structures, and 4) verification and cosimulation.

		1) Overview and comparison of architectures and components in hardware/software systems. 2) Structure of a compiler and code optimisation procedures for hardware and software. 3) Hardware/software partitioning (partitioning of complex systems, estimation procedures, performance analysis, code generation) 4) Interface synthesis (communication types, synchronisation, synthesis) 5) Verification and cosimulation 6) Blackboard exercises
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs. • Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen. Competneces: Professional competence - Knowledge • Students gain insight into a current field of research. Professional competence - Understanding • Students understand the basics of modern system design. • Students explain implementation alternatives for digital hardware/software systems. Professional competence - Application • Students apply basic algorithms to analyse and optimise hardware/software systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	## Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung: • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 • Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319 ## Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design

1	**Modulbezeichnung** 292952	**Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)** Hardware-software-co-design (Lecture with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelephone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren. Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation. 1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen. 2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software 3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung) 4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese) 5) Verifikation und Cosimulation 6) Tafelübungen 7) Demonstrationen mit rechnergestützten Entwurfswerkzeugen und praktische Übungen Content: Numerous realisations of embedded systems (e.g. mobile phones, fax machines, industrial controls) are characterised by cooperating hardware and software components. The popularity of such realisations can be explained by 1) the increasing diversity and complexity of heterogeneous systems, 2) the need to reduce design and testing costs, and 3) advances in key technologies (microelectronics, formal design methods). For example, semiconductor manufacturers offer low-cost ASICs that integrate a microcontroller and user-specific peripherals and data paths on a single chip.

		However, the synthesis of such systems raises a number of novel design problems, in particular 1) the issue of hardware and software component selection, 2) the partitioning of a specification into hardware and software, 3) the automatic synthesis of interface and communication structures, and 4) verification and cosimulation. 1) Overview and comparison of architectures and components in hardware/software systems. 2) Structure of a compiler and code optimisation procedures for hardware and software. 3) Hardware/software partitioning (partitioning of complex systems, estimation procedures, performance analysis, code generation) 4) Interface synthesis (communication types, synchronisation, synthesis) 5) Verification and cosimulation 6) Blackboard exercises 7) Demonstrations with computer-aided design tools and practical exercises
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs. • Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen. • Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls an. Sozialkompetenz • Die Studierenden benutzen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Spezifikation, Optimierung und Prototypisierung von Hardware/Software-Systemen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. Competences: Professional competence - Knowledge • Students gain insight into a current field of research. Professional competence - Understanding • Students understand the basics of modern system design. • Students explain implementation alternatives for digital hardware/software systems. Professional competence - Application • Students apply basic algorithms to analyse and optimise hardware/software systems. • The students apply the knowledge they have acquired in the extended exercises on site at the computer workstations of the department. Social competence

		• The students use current design tools for the specification, optimisation and prototyping of hardware/software systems in the cooperative processing of the extended exercise in groups.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten) Klausur (90 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls). Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung: • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 • Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319 Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design

1	**Modulbezeichnung** 93084	**Moderne Hardware-Beschreibungssprachen** Modern hardware description languages	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Moderne Hardware-Beschreibungssprachen (2 SWS) Übung: Übung zu Moderne Hardware-Beschreibungssprachen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Oliver Keszöcze	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Keszöcze
5	**Inhalt**	Die Entwicklung von Computern war schon immer eine komplexe Aufgabe. Die ersten elektronischen Rechenmaschinen, wie die Zuse Z3, wurden am Reißbrett entwickelt: die einzelnen physikalischen Bauteile wurden manuell ausgewählt und verbunden. Mit dem Aufkommen des Transistors als Bauteil und CMOS als dominierender Technologie, wurde dieses Vorgehen immer weniger praktikabel. Moderne (Computer-)Systeme lassen sich nicht mehr von einzelnen Personen auf Papier entwickeln. Eine Lösung für dieses Problem bieten Hardware-Beschreibungssprachen (engl. Hardware Description Language, HDL). Die zwei dominierenden HDLs, Verilog und VHDL, orientieren sich sehr stark an der zu realisierenden Hardware und abstrahieren dementsprechend verhältnismäßig wenig von der konkreten Hardware. Moderne Sprachen, wie z.B. Amaranth, Chisel oder Clash, versuchen, die Verwendung von HDLs mehr dem „Entwicklungskomfort“ von Programmiersprachen anzunähern. So wurde in Chisel die Referenzimplementierung des RiscV Prozessors umgesetzt. Der Kurs behandelt die Modellierung, Implementierung und das Testen komplexer Systeme mittels der HDLs Chisel und Clash. In den zugehörigen Übungen wird das erworbene Wissen an konkreten Aufgaben umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen: • Die Studierenden kennen unterschiedliche, moderne HDLs und ihre Vor- und Nachteile • Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen High Level Synthese (HLS) und HDLs • Die Studierenden kennen unterschiedliche Modellierungs-Methoden (z.B. Mealy-Machines) • Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Herangehensweisen der vorgestellten Sprachen Anwenden: • Die Studierenden können Systeme modellieren (z.B. als Mealy-Machine) • Die Studierenden können Systeme in den vorgestellten Sprachen impementieren • Die Studierenden können die implementierten Systeme sinnvoll testen

		• Die Studierenden sind in der Lage, die für die konkrete Aufgabe sinnvolle HDL auszuwählen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literatur • Schoeberl, Martin »Digital Design wich Chisel«, Kindle Direct Publishing, ISBN 978-1-68933-603-1, Buch legal kostenlos auf GitHub erhältlich (aktueller als die Print-Version) • Érdi, Gergő »Retrocomputing with Clash: Haskell for FPGA Hardware Design«, self published, Kaufdetails über die Webseite des Autors Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/moderne-hardwarebschreibungssprachen/

1	**Modulbezeichnung** 43510	**Parallele Systeme** Parallel systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Aktuelle PCs verfügen über Mehrkernprozessoren und Grafikkarten, die wiederum aus hunderten von einfachen Prozessoren bestehen können. Hierdurch wird ein hohes Maß an nebenläufiger Datenverarbeitung möglich, welche bis vor einigen Jahren nur in Großrechnern erreicht werden konnte. Die effiziente Ausnutzung dieser Parallelität bedarf allerdings mehr als nur mehrerer Prozessoren, insbesondere muss das zu lösende Problem Parallelverarbeitung erlauben. In dieser Vorlesung werden Eigenschaften unterschiedlicher paralleler Rechnerarchitekturen und Metriken zu deren Beurteilung behandelt. Weiterhin werden Modelle und Sprachen zum Programmieren paralleler Rechner eingeführt. Neben der Programmierung von allgemeinen Parallelrechnern werden Entwurfsmethoden (CAD) vorgestellt, wie man ausgehend von einer algorithmischen Problemstellung ein massiv paralleles Rechenfeld in VLSI herleiten kann, das genau dieses Problem optimal parallel berechnet. Solche Schaltungen spielen auf der Bit- bzw. Wortebene eine dominante Rolle (Arithmetik) sowie bei Problemen der Signal- und Bildverarbeitung (z.B. Filter). Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung. Im Einzelnen werden behandelt: 1) Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung) 2) Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder) 3) Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.) 4) Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung) 5) Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung *Today's PCs consist of multi-core processors and graphics cards that again comprise hundreds to thousands of simple processors. As a result of this, a very high degree of parallel data processing becomes possible, which was subjected to supercomputers a couple of years ago. The efficient exploitation of parallel processing requires not only multiple processors but also parallelism inherent in the problem to be solved. In this lecture, properties of different parallel computer architectures and corresponding quality metrics are examined. Further, models and parallel programming languages are introduced. In addition*

		to programming general parallel computers, design methods (CAD) are presented that systematically transform an algorithmic problem description into a massive parallel processor array (VLSI), which can optimally execute the given problem in parallel. Such highly parallel circuits play an essential role at the bit level and circuit level (arithmetics) as well as in the case of signal processing and image processing (e.g., filter). The focus of this lecture are foundations of parallel data processing. *In detail, the following topics are covered:* 1) Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models) 2) Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays) 3) Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architetcures (graphics processors, Cell, etc.) 4) Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization) 5) Massive parallelism: From algorithm to circuit
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung. *The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.* Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte der parallelen Datenverarbeitung, sowohl theoretischer Art anhand von Modellen, als auch an Architekturbeispielen. The students become familiar with the fundamentals of parallel data processing, theoretic in the form of models as well as by architecture examples. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures. • Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungtechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. The students exercise basic performance models and parallelization techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures. • Die Studierenden setzen die Modellierung und den Entwurf von massiv-parallelen Prozessorfeldern in konkreten Aufgaben selbstständig um. In concrete tasks, the students apply independently the modeling and the design of massively parallel processors arrays.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ aus.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten) • Ein Wechsel der Prüfungsform von einer Klausur zu einer mündlichen Prüfung ist in Ausnahmefällen (siehe § 16 ABMPO/TechFak) auch nach Semesterbeginn noch möglich. In diesem Fall werden die Studierenden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn informiert. • Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch. Die Unterrichts- und Prüfungssprache hängt von den Sprachkenntnissen und Präferenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab und wird dementsprechend innerhalb der ersten zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn festgelegt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme

1	**Modulbezeichnung** 740665	**Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Parallel systems with extended exercises	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Aktuelle PCs verfügen über Mehrkernprozessoren und Grafikkarten, die wiederum aus hunderten von einfachen Prozessoren bestehen können. Hierdurch wird ein hohes Maß an nebenläufiger Datenverarbeitung möglich, welche bis vor einigen Jahren nur in Großrechnern erreicht werden konnte. Die effiziente Ausnutzung dieser Parallelität bedarf allerdings mehr als nur mehrerer Prozessoren, insbesondere muss das zu lösende Problem Parallelverarbeitung erlauben. In dieser Vorlesung werden Eigenschaften unterschiedlicher paralleler Rechnerarchitekturen und Metriken zu deren Beurteilung behandelt. Weiterhin werden Modelle und Sprachen zum Programmieren paralleler Rechner eingeführt. Neben der Programmierung von allgemeinen Parallelrechnern werden Entwurfsmethoden (CAD) vorgestellt, wie man ausgehend von einer algorithmischen Problemstellung ein massiv paralleles Rechenfeld in VLSI herleiten kann, das genau dieses Problem optimal parallel berechnet. Solche Schaltungen spielen auf der Bit- bzw. Wortebene eine dominante Rolle (Arithmetik) sowie bei Problemen der Signal- und Bildverarbeitung (z.B. Filter). Im Einzelnen werden behandelt: 1) Theorie der Parallelität (parallele Computermodelle, parallele Spezifikationsformen und -sprachen, Performanzmodelle und -berechnung) 2) Klassifikation paralleler und skalierbarer Rechnerarchitekturen (Multiprozessoren und Multicomputer, Vektorrechner, Datenflussmaschinen, VLSI-Rechenfelder) 3) Programmierbare System-on-Chip (SoC) und Mehrkern-Architekturen (Grafik-Prozessoren, Cell, etc.) 4) Programmierung paralleler Rechner (Sprachen und Modelle, Entwurfsmethoden und Compiler, Optimierung) 5) Massive Parallelität: Vom Algorithmus zur Schaltung 6) Praktische Übungen mit rechnergestützten Werkzeugen *Today's PCs consist of multi-core processors and graphics cards that again comprise hundreds to thousands of simple processors. As a result of this, a very high degree of parallel data processing becomes possible, which was subjected to supercomputers a couple of years ago. The efficient exploitation of parallel processing requires not only multiple processors but also parallelism inherent in the problem to be solved. In this lecture, properties of different parallel computer architectures and corresponding quality metrics are examined. Further,*

		models and parallel programming languages are introduced. In addition to programming general parallel computers, design methods (CAD) are presented that systematically transform an algorithmic problem description into a massive parallel processor array (VLSI), which can optimally execute the given problem in parallel. Such highly parallel circuits play an essential role at the bit level and circuit level (arithmetics) as well as in the case of signal processing and image processing (e.g., filter). *In detail, the following topics are covered:* 1) Theory of parallelism (parallel models of computation, parallel specification and parallel languages, performance models) 2) Classification of parallel and scalable computer architectures (multi-processors and multi-computers, vector computers, data-flow machines, VLSI processor arrays) 3) Programmable System-on-Chip (SoC) and multi-core architetcures (graphics processors, Cell, etc.) 4) Programming of parallel computers (languages and models, design methods and compiler, optimization) 5) Massive parallelism: From algorithm to circuit 6) Practical training with computer-aided design tools
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schwerpunkt der Vorlesung ist die Vermittlung von Grundlagen der parallelen Datenverarbeitung. *The focus of this lecture are foundations of parallel data processing.* Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte der parallelen Datenverarbeitung, sowohl theoretischer Art anhand von Modellen, als auch an Architekturbeispielen. The students become familiar with the fundamentals of parallel data processing, theoretic in the form of models as well as by architecture examples. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden setzen sich mit modernen eingebetteten parallelen Ein-Chip-Architekturen auseinander. The students get familiar with modern embedded parallel system-on-chip architectures. • Die Studierenden wenden grundlegende Performanzmodelle und Parallelisierungtechniken zur Analyse und Optimierung von parallelen Algorithmen und Architekturen an. The students exercise basic performance models and parallelization techniques for the analysis and optimization of parallel algorithms and architectures. • Die Studierenden setzen die Modellierung und den Entwurf von massiv-parallelen Prozessorfeldern in konkreten Aufgaben selbstständig um. In concrete tasks, the students apply independently the modeling and the design of massively parallel processors arrays. • Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen

		des Lehrstuhls an. The students apply their learned knowledge in hands-on computer exercises on-site at the chair's computer workstations.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Parallele Systeme“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten) • Prüfung und erfolgreiche Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls). • Ein Wechsel der Prüfungsform von einer Klausur zu einer mündlichen Prüfung ist in Ausnahmefällen (siehe § 16 ABMPO/TechFak) auch nach Semesterbeginn noch möglich. In diesem Fall werden die Studierenden spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn informiert. • Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch. Die Unterrichts- und Prüfungssprache hängt von den Sprachkenntnissen und Präferenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer ab und wird dementsprechend innerhalb der ersten zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn festgelegt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich aus der Prüfungsleistung.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme

1	**Modulbezeichnung** 43190	**Reconfigurable Computing** Reconfigurable computing	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk
5	**Inhalt**	**Content:** Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered: • Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology. • Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping. • Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared. • Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time. • On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time

		including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches. • Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows. • Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Learning objectives and competencies:** Domain-specific knowledge • The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications. Domain-specific comprehension • The students understand the mapping steps, and optimization algorithms. • The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today. • The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology. • The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing. Domain-specific practice • The students apply design tools for implementation of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs during practical training. Social competency • The students perform group work in small teams during practical training.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Oral examination (Duration: 30 min) and successful completion of all tasks of the extended exercises (mandatory, at the workstations residing in our lab at the chair).
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) The oral examination determines the final grade of the module.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Further reading material: • The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php • Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC http://www.aldec.com/downloads/ • Easy FPGA tutorials, projects, and boards http://www.fpga4fun.com • Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm • Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) http://www.symphonyeda.com/products.htm • Icarus open-source Verilog simulator http://www.icarus.com/eda/verilog/ Further information: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/

1	**Modulbezeichnung** 741941	**Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)** Reconfigurable computing (lecture with exercises)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Tobias Hahn Pierre-Louis Sixdenier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	**Content:** Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered: • Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology. • Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping. • Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared. • Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.

		• On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches. • Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows. • Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Learning objectives and competencies:** Domain-specific knowledge • The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications. Domain-specific comprehension • The students understand the mapping steps and optimization algorithms. • The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today. • The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology. • The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing. • The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Further reading material: • The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php • Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC http://www.aldec.com/downloads/ • Easy FPGA tutorials, projects, and boards http://www.fpga4fun.com • Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm • Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) http://www.symphonyeda.com/products.htm • Icarus open-source Verilog simulator http://www.icarus.com/eda/verilog/ Further information: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/

1	**Modulbezeichnung** 110334	**Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)** Reconfigurable computing (lecture with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Extended Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS) Übung: Exercises to Reconfigurable Computing (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Marcel Brand Pierre-Louis Sixdenier Tobias Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	**Content:** Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered: • Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology. • Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping. • Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.

		• Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time. • On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches. • Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows. • Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Learning objectives and competencies:** Domain-specific knowledge • The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications. Domain-specific comprehension • The students understand the mapping steps, and optimization algorithms. • The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today. • The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology. • The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing. Domain-specific practice • The students apply design tools for implementation of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs during practical training. Social competency • The students perform group work in small teams during practical training.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing" or "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Oral examination (Duration: 30 min) and successful completion of all tasks of the extended exercises (mandatory, at the workstations residing in our lab at the chair).
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) The oral examination determines the final grade of the module.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Further reading material: • The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php • Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC http://www.aldec.com/downloads/ • Easy FPGA tutorials, projects, and boards http://www.fpga4fun.com • Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm • Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) http://www.symphonyeda.com/products.htm • Icarus open-source Verilog simulator http://www.icarus.com/eda/verilog/ Further information: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/

1	**Modulbezeichnung** 92280	**Verifikation digitaler Systeme**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Verifikation digitaler Systeme (2 SWS) Vorlesung: Verifikation digitaler Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Oliver Keszöcze	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Keszöcze
5	**Inhalt**	Für den Entwurf eines digitalen Systems werden heute in der Industrie ebenso viele Verifikationsingenieure wie Designer benötigt. Trotzdem beansprucht die Verifikation heute bereits 70%-80% der gesamten Entwurfszeit. Neben konventionellen Verifikationserfahren wie der Simulation sind werden seit einigen Jahren sogenannte "formale Verifikationsmethoden" in heutigen Entwursflüssen eingesetzt. Der Umgang mit diesen Methoden stellt ein wichtiges neues Aufgabenfeld dar. Im Gegensatz zur Simulation beruht die formale Verifikation auf exakten mathematischen Methoden zum Nachweis funktionaler Schaltungseigenschaften. Dadurch können Entwurfsfehler frühzeitiger und mit höherer Zuverlässigkeit als bisher erkannt werden. Jedes System zur formalen Hardwareverifikation erfordert: 1. ein geeignetes Modell des zu verifizierenden Systems 2. eine Sprache zur Formulierung der zu verifizierenden Eigenschaften 3. eine Beweismethode. Die Vorlesung behandelt diese drei Bereiche, vermittelt die grundlegenden Algorithmen und Konzepte moderner Werkzeuge für die formale Hardwareverifikation und erläutert deren Einsatz in der industriellen Praxis. Im Einzelnen werden in dieser Vorlesung die folgenden Punkte behandelt: 1. Modellierung digitaler Systeme 2. Unterschiede formaler und simulationsbasierter Verifikationsmethoden 3. Äquivalenzvergleich 4. Formale und simulationsbasierte Eigenschaftsprüfung 5. Assertions 6. Verifikation arithmetischer Schaltungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz -- Verstehen • Die Studierenden erläutern die wesentlichen Techniken zur Verifikation digitaler Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit und Komplexität. Fachkompetenz -- Anwenden • Die Studierenden wenden Modellierungstechniken aus den Bereichen der Binären Entscheidungsdiagramme inkl. bekannter Erweiterungen (MDD, etc.) sowie der SAT-Löser auf Systembeschreibungen an. • Die Studierenden Verifikationstechniken aus den Bereichen der formalen Äquivalenz- und Eigenschaftsprüfung (Model

		Checking, Symbolic Model Checking, Bounded Model Checking) auf Systembeschreibungen an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme

1	**Modulbezeichnung** 869547	**Advanced Networking LEx** Advanced networking LEx	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Networking (2 SWS) Übung: AdN-Ex (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher Dr.-Ing. Peter Bazan	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher
5	**Inhalt**	Für die durch Big Data, Cloud Computing, Internet-of-Things (IoT) und mobile Endgeräte hervorgerufenen Herausforderungen sind neue Architekturen für Rechnernetze entstanden: Software-Defined-Networking (SDN) entkoppelt die Data Plane (Weiterleitung von Paketen, auf handelsüblicher Hardware) und die Control Plane (Steuerung, auf leistungsfähigen Plattformen) und bietet offene Programmierschnittstellen; Network Functions Virtualization (NFV) erweitert Konzepte zur Server- und Netzwerkvirtualisierung, so dass bisher auf proprietärer Hardware ausgeführte Netzwerkfunktionen (wie z.B. Routing) ebenfalls virtualisiert und auf handelsüblicher Hardware ausgeführt werden können. Die Vorlesung stellt hinter diesen Technologien stehende Konzepte und Standards vor und zeigt, wie sie für Rechenzentren, für Cloud- und Fog-Computing und für IoT-Anwendungen eingesetzt werden können. Content: New architectures for computer networks have emerged to meet the challenges posed by Big Data, Cloud Computing, Internet-of-Things (IoT) and mobile devices: Software-Defined-Networking (SDN) decouples the data plane (forwarding of packets, on commercially available hardware) and the control plane (control, on powerful platforms) and offers open programming interfaces; Network Functions Virtualization (NFV) extends concepts for server and network virtualisation, so that network functions (such as routing) previously executed on proprietary hardware can also be virtualised and executed on commercially available hardware. The lecture introduces concepts and standards behind these technologies and shows how they can be used for data centres, for cloud and fog computing and for IoT applications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Studierenden erlangen Verständnis der grundlegenden Konzepte von • Software Defined Networking • Network Function Virtualization • Internet of Things • Cloud Computing. Anwenden Die Studierenden wenden die Erkenntisse in Übungsaufgaben an. Erschaffen

		Die Studierenden erstellen eigene Laborkofigurationen zu • Software Defined Networking • Internet of Things. Competences: Professional competence Understanding Students will gain an understanding of the basic concepts of • Software Defined Networking • Network Function Virtualization • Internet of Things • Cloud Computing. Apply Students apply the knowledge gained in exercises. Create The students create their own laboratory configurations on • Software Defined Networking • Internet of Things.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Prüfungsleistung, mehrteilige Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % weitere Erläuterungen: Die Modulprüfung besteht aus: • Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für diese unbenotete Studienleistung sind alle Aufgabenblätter korrekt zu lösen und abzugeben. • mündliche Prüfung (Dauer: 30 Minuten) • Die Studierenden dürfen individuell frei wählen, ob sie die Prüfung in deutscher oder englischer Sprache absolvieren möchten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	William Stallings: Foundations of Modern Networking - SDN, QoE, IoT, and Cloud; Pearson

1	**Modulbezeichnung** 93172	**AI-enabled Wireless Networks** AI-enabled wireless networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Mehdi Harounabadi
5	**Inhalt**	This course introduces machine learning algorithms such as supervised, unsupervised, reinforcement, deep, and federated learning and their application in the next generation wireless and mobile networks. Different ML use cases are explained which solve problems in different layers of the protocol stack from the physical layer to the application layer. The course includes the following topics: 1.Introduction to machine learning algorithms 2.Python programming language and its ML tools 3.AI-enabled wireless and mobile networks 3.1Cellular networks and ML use cases 3.1.1History of 2G to 4G, 5G and 6G vision 3.1.2ML use cases in physical, MAC and higher layers 3.25G-V2X (cellular-V2X) and ML use cases 3.2.1Sidelink communication as the key enabler 3.2.25G-V2X features and use cases 3.2.3ML use cases in 5G-V2X 3.3Intelligent wireless networks 3.3.1Cognitive radio networks 3.3.2ML use case in wireless networks 4.Standardization activities on AI-enabled wireless networks 4.1.13GPP and 5GAA 4.1.2ETSI Zero touch networks *Exercises:* Literature review on the application of machine learning in wireless networks The exercise of this course includes a literature review research project where students work individually on a relevant topic. The steps to accomplish the research project are as follows: A.Select a topic relevant to the application of ML in wireless networks and register it by email B.Search for the relevant papers and make a list of papers C.Study the papers and prepare a summary D.Present the outcomes Each student should present her/his research study in an intermediate and a final presentation. A summary paper should be written following the "survey papers guideline" using IEEE format. The grade of the research project will be considered as a "Bonus point" (up to 20%) for the final grade.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will be able to gain the following competencies after the successful completion of the course: • Have knowledge on machine learning algorithms, current and the next generation wireless and mobile networks and their use cases • To know how to develop machine learning algorithms in Python • Know the most important problems in wireless and mobile networks which can be solved by machine learning algorithms • Have an insight on the exiting work relevant to the topic of the course • Learn the procedure of a scientific research study and publication of the outcome
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	*Motivation:* Rapid growth in the number of connected wireless nodes such as mobile phones, low power IoT devices, connected vehicles, etc. will expand the scale of the next generation of wireless and mobile networks. Moreover, the foreseen use cases like connected autonomous vehicles, smart homes and cities, ultra-fast and reliable industrial wireless networks, etc. will require ultra-low latency and highly reliable communication. Existing and traditional algorithms are not feasible for the optimization and management of such networks to fulfill the requirements of the emerging use cases due to their high complexity, high dynamicity, and the massive amount of the generated data by connected devices. Recently, artificial intelligence (AI) is planned to be utilized as a new paradigm for the design, development and optimization of the next generation wireless and mobile networks. Machine learning (ML) as a subset of AI will be applied to develop intelligent wireless nodes and infrastructures to address the demands of future use cases.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % weitere Erläuterungen: The exam consists of: 1. The final exam will "NOT" be an oral exam. The exam will be in a written form to evaluate the knowledge and understandings of students from the content of the course and the relevant literature which are introduced in the lectures. The duration of the written exam will be about 90 minutes. To pass the course, at least 50 % of the questions should be answered correctly." 2. Each student should present her/his research study in an intermediate and a final presentation. A summary paper should be written following the „survey papers guideline“ using IEEE format. The

		grade of the research project will be considered as a „Bonus point“ (up to 20%) for the final grade.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Dahlman, Erik, Stefan Parkvall, and Johan Skold. 5G NR: The next generation wireless access technology. Academic Press, 2020. Sun, Yaohua, et al. "Application of machine learning in wireless networks: Key techniques and open issues." IEEE Communications Surveys & Tutorials 21.4 (2019): 3072-3108. Harounabadi, Mehdi, et al. "V2X in 3GPP Standardization: NR Sidelink in Release-16 and Beyond." IEEE Communications Standards Magazine 5.1 (2021): 12-21. Xie, Junfeng, et al. "A survey of machine learning techniques applied to software defined networking (SDN): Research issues and challenges." IEEE Communications Surveys & Tutorials 21.1 (2018): 393-430.

1	**Modulbezeichnung** 858896	**Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen** Modeling, optimization and simulation of energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Marco Pruckner
5	**Inhalt**	In der Vorlesung Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen werden systemtechnische Planungs- und Analysemethoden behandelt, die zur Lösung komplexer und interdisziplinärer Entscheidungsaufgaben in der Energiewirtschaft eingesetzt werden. Dabei werden die wichtigsten Methoden und Verfahren anhand praktischer Fragestellungen (z.B. Ausbau erneuerbarer Energien, Zunahme der Elektromobilität) aus der energiepolitischen Planung vermittelt und die Bewältigung technisch-ökonomischer Probleme verdeutlicht. Zu den eingesetzten Tools zählen die Statistiksoftware R, AnyLogic und lpSolve. Vorkenntnisse im Umgang mit diesen Werkzeugen ist nicht zwingend erforderlich. In den Übungen werden Einführungen in die genannten Softwarepakete gegeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • unterscheiden Probleme und Herausforderungen, die mit dem Energieumstieg verbunden sind, • erfassen die Vorteile und die Anwendungsmöglichkeiten computergestützter Planungsmethoden im Energiebereich, • analysieren verschiedene Problemstellungen und setzen Lösungen dafür um, • erlernen verschiedene Methoden der Datenanalyse, Optimierung und Simulation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44420	**Pervasive Computing** Pervasive computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43960	**Self-Organized Networks** Self-organized networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Mehdi Harounabadi
5	**Inhalt**	Self-organized networks (2,5 ECTS) Self-organization refers to processes in physical and biological systems which form patterns by interactions of internal parts of the system and/or their interactions with the environment without any form of external interventions. The resulting organization of systems in this case is fully decentralized and distributed over their parts. There are numerous examples of self-organizing systems e.g. flock of birds, neural learning, evolutionary computation, swarm of robots, and self-organizing networks. The principles of self-organization are applied in different communication technologies such as wired and wireless networks. Transport Control Protocol (TCP), Carrier Sense Multiple Access (CSMA), Adaptive Modulation and Coding (AMC) are some examples of self-organized protocols. Besides, Self-Organizing Network (SON) has been defined by 3GPP as the standardization organization of cellular networks. SON refers to the functionality of cellular systems (e.g. 4G and 5G) which enables the system to perform self-configuration, self-optimization and self-healing. Artificial intelligence and mostly machine learning algorithms play an important role in the implementation of SON. This course aims to give you an insight to the self-organization systems and specially self-organizing networks and illustrate the importance of AI and ML in their implementation. The content of this course includes: • o Self-organizing features and protocols in communication networks o In wired networks o In wireless networks § IEEE 802.11 § Ad hoc and sensor networks § UAV networks o Self-Organizing Networks (SON) in 4G and 5G § Self-configuration § Self-optimization § Self-healing Methods for implementation of self-organizing systems o Bio-inspired methods o Artificial intelligence The final exam is in a written form where students should answer to questions based on the lectures, slides and their understating and analysis from the content of the course.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % weitere Erläuterungen: Each student should present her/his research study in an intermediate and a final presentation. A summary paper should be written following the “survey papers guideline” using IEEE format. The grade of the research project will be considered as a “Bonus point” (up to 20%) for the final grade. The final exam is in a written form where students should answer to questions based on the lectures, slides and their understating and analysis from the content of the course.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literature review on self-organizing networks (2,5 ECTS) The exercise of this course includes a literature review research project where students work individually on a relevant topic. The steps to accomplish the research project are as follows: A. Select a topic relevant to self-organizing networks and register it by email B. Search for the relevant papers and make a list of papers C. Study the papers and prepare a summary D. Present the outcomes

Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz

1	**Modulbezeichnung** 894856	**Künstliche Intelligenz I** Artificial intelligence I	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: KI I - Ü (2 SWS) Vorlesung: Artificial Intelligence I (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit. --- This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. - Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). - Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. Sozialkompetenz - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen *Inhalt*: - Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz - Logisches Programmieren in Prolog - Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung - Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche - Constraint Solving/Propagation - Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation - Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_ - Classisches Planen - Planen und Agieren in der wirklichen Welt. --- Technical, Learning, and Method Competencies - Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI. - Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). - Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. - Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah). Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:

		- Agent Models as foundation of AI - Logic Programming in Prolog - Heuristic Search as a methdod for problem solving - Adversarial Search (automating board games) via heuristic search - Constraint Solving/Propagation - Logical Languages for knowledge representation - Inference and automated theorem proving - Classical Planning - Planning and Acting in the real world.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.

1	**Modulbezeichnung** 532733	**Künstliche Intelligenz II** Artificial intelligence II	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz - Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. - Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). - Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. Sozialkompetenz - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen. Inhalte: • Inferenz unter Unsicherheit • Bayessche Netzwerke • Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs) • Machinnelles Learnend und Neuronale Netzwerke • Verarbeitung Natürlicher Sprache --- This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding. This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it. Learning Goals and Competencies Technical, Learning, and Method Competencies • Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI. • Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). • Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. • Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition. Contents: • Inference under Uncertainty

		• Bayesian Networks • Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs) • Machine Learning and Neural Networks • Natural Language Processing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1. Literature The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 675137	**Logik-Basierte Sprachverarbeitung** Logic-based speech representation	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Logik-Basierte Sprachverarbeitung (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	Grundlagen der logikbasierten Sprachverarbeitung, Syntax, Semantik-Konstruktion, und Semantische Verarbeitung natürlicher Sprache im Grammatical Framework (GF)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden beherrschen moderne, sehr expressive Formalismen zur Syntaktisch/Semantishen Analyse und Bedeutungsrepräsentation natürlicher Sprache. Sie können eingeschränkt neue Formalismen entwickeln. Anwenden Die Studierenden entwickeln Grammatiken und Bedeutungsrepräsentationen im Meta-Framework GF und setzen diese durch Interprätationsabbildungen in Verbindung. Analysieren Die Studierenden analysieren die innere Struktur natürlichsprachlicher Phrasen und Sätze. Sie wählen für eine zu repräsentierenden Phänomene geeignete Formalismen aus. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten selbständig formale syntaktische und semantische Repräsentationen für Natürliche Sprache Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen. Inhalt Grundlagen der logikbasierten Sprachverarbeitung, Syntax, Semantik-Konstruktion, und Semantisch/Pragmatischen Verarbeitung natürlicher Sprache im Grammatical/Logical/Inferential Framework (GLIF) Insbesondere - Montague's "Method of Fragments" - Grammatikentwicklung in GF - Logikentwicklung und Domänenrepräsentation in MMT - Representation von Inferenzsystemen in LF - Inferenzbasierte Modelleriung der Semantisch/proagmatischen Verarbeitung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 221236	**Logik-basierte Wissensrepräsentation für mathematisch/technisches Wissen** Logic-based knowldege representation for mathematic/ technical knowledge	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	Grundlagen der Mathematik, Modulare Formalisierung in Theoriegraphen, Narrative Strukturen in informellen mathematisch/ technischen Dokumenten, Formalisierung von Logiksprachen in Metalogiken.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz • Wissen: Die Studierenden beherrschen moderne, sehr expressive Formalismen (Syntax, Semantik, Beweistheorie) zur Repräsentation komplexen Wissens. Sie können diese selbst in Metalogiken repräsentieren und eigeschränkt neue Formalismen entwickeln. • Anwenden:Die Studierenden formalisieren komplexe mathematisch/technische Sachverhalte in jeweils geeigneten Meta-Sprachen und setzen diese durch Interprätationsabbildungen in Verbindung. • Analysieren: Die Studierenden analysieren die innere Struktur komplexer Objekte, Konzepte, und Modelle. Sie wählen für eine zu repräsentierende mathematisch/technische Domäne geeignete Formalismen aus. • Lern- bzw. Methodenkompetenz: Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Repräsentationen und Beweise. • Sozialkompetenz: Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen. **Inhalt** • Grundlagen der Mathematik • Modulare Formalisierung in Theoriegraphen, • Narrative Strukturen in informellen mathematisch/technischen Dokumenten, • Formalisierung von Logiksprachen in Metalogiken.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio

11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93134	**Wissensrepräsentation und -verarbeitung** Knowledge representation and processing	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissensrepräsentation und -verarbeitung (4 SWS) Übung: ÜWuV (2 SWS)	7,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe
5	**Inhalt**	Dieses Modul führt allgemein und grundlegend in die Wissensrepräsentation und -Verarbeitung ein. Dies beinhaltet alle Aspekte von Wissensrepräsentationssprachen und Wissen wie zum Beispiel Ontologiesprachen und Linked Data, Programmiersprachen und Algorithmen, Datenbeschreibungssprachen und Daten-Mengen, Logik und Beweise sowie natürliche Sprache und informelle Dokumente. Die Vorlesung behandelt all diese Aspekte grundlegend und vergleichend und geht eingehend auf die Integration und Interoperabilität der verschiedenen Aspekte ein. Die Übung vertieft dies im praktischen Umgang mit state-of-the-art Software-Systemen für die verschiedenen Aspekte. Das Modul kann belegt werden sowohl als Einstieg in weitere Module im Rahmen der Vertiefungsrichtung Künstlichen Intelligenz im Bachelor oder Master als auch als einmalige Überblicksvorlesung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmer erlernen und verstehen grundlegende Konzepte der Wissensrepräsentation und wie sie sie in der Praxis anwenden können. Konkret erlernen sie Wissensrepräsentationssprachen aus dem Bereich Ontologiesprachen, Programmiersprachen, Datenbeschreibungssprachen, Logik sowie natürliche Sprache. Sie verstehen die jeweiligen Vor- und Nachteile der und die Interrelationen zwischen den Sprachen. Sie erlernen, wie sie zu gegebenen Wissensrepräsentations-Problemen passende Sprachen auswählen, einsetzen und kombinieren können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsrichtung Mustererkennung

1	**Modulbezeichnung** 93873	**Advanced Deep Learning** Advanced deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Advanced Deep Learning (2 SWS) Übung: Advanced Deep Learning Exercises (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Dr.-Ing. Vincent Christlein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	**Inhalt**	Deep Learning-based algorithms showed great performance in many fields of image processing and pattern recognition and compete with technologies such as compressive sensing and iterative optimization. The basis for the success of these algorithms is the availability of large amounts of data (big data) for training and of high computing power (typically GPUs or TPUs). In this course we will explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of topics beyond SGD optimization, CNNs and simple RNN networks, for example: attention in neural networks, self- and unsupervised learning, representation learning, multi-task and multi-modal learning, as well as diffusion and energy-based models. The selection of topics will be continously adapted to reflect current research interests at high-impact conferences like CVPR, ICCV/ECCV, NeuRIPS, ICLR and ICML. The goal of this is course is to develop both a sound theoretical understanding of these approaches and identify areas of application for these advanced techniques. This will be complemented by programming exercises to facilitate an in-depth understanding. Where suitable, we will further discuss ethical and societal implications of the discussed machine learning methods.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	By the end of this course, students will be able to: • understand advanced techniques in deep learning • identify a suitable approach as well as its benefits and shortcomings • discuss the technical requirements of different approaches • read and discuss recent papers in the discipline
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	We strongly recommend students to have acquired a thorough understanding of fundamental Machine Learning and Deep Learning techniques, e.g., from the lecture + exercises "Deep Learning". Furthermore, programming experience in Python and Pytorch will be necessary to complete the exercises.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 23070	**Biomedizinische Signalanalyse** Biomedical signal analysis	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: BioSig-UE (2 SWS) Vorlesung: Biomedizinische Signalanalyse (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß Katharina Jäger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß
5	**Inhalt**	**Inhalt** Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt. Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben. Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs. **Content** The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis. Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is obtained. For more information, please visit our associated StudOn course
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses** **Fachkompetenz** **Wissen** • die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben **Verstehen**

- die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen erklären
- Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal erklären
- Messmethoden der wichtigsten Biosignale erklären
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten erläutern
- bekannte Algorithmen der Verarbeitung bestimmter Biosignal erklären (z.B. Pan Tompkins für EKG)
- typische Komponenten und ihre Bedeutung in einer generischen Signalanalyse Kette erläutern
- die Struktur und Funktionsweise von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster darstellen

Anwenden

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

Analysieren

- Filtercharakteristika von Schaltkreisen ableiten
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung vergleichen
- Klassifikationsprobleme in Python lösen
- Typische Artefakte in Biosignalen erkennen und Lösungsstrategien vorschlagen

Evaluieren (Beurteilen)

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren
- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

After completion of the course, students are able to

Knowledge

- reproduce the generation, measurement, and characteristics of important biosignals of the human body

Understanding

- explain the causes of artifacts in biosignals
- explain relations between the generation of biosignals and the measured signal
- explain methods for the measurement of important biosignals
- explain filter operations for the reduction of artifacts

		• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG) • explain typical components and their importance in the signal analysis chain • explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition **Application** • determine signal characteristics in the time and frequency domain • apply and implement algorithms for signal analysis in Python • implement filter operations for the reduction of artifacts in Python • estimate the result of filter operations • apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering **Analyze** • derive filter characteristics from electric circuits • compare signal analysis algorithms • solve classification problems in Python • recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction **Evaluation** • compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context • evaluate classification results • discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering • solve and discuss problems in groups cooperatively in the group excercises and the online forum

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites**
		The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:
		• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)
		•
		  ° Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations
		• Basic math: Integration, Differentiation, Limits
		•
		  ° Fourier Transform (qualitative understanding)
		  ° Basic filter types
		  ° z-plane (qualitative understanding)
		
		Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:
		
		• Advanced filter concepts
		• z-plane math / z-transform / pole-zero plots

		• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties • Laplace transform • Basics of Python (for the exercises) If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics! • Signals and Systems I • Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker • Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math) • A visual introduction to Fourier Transform • Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 Electronic Exam (in presence), 90min.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley & Sons. • E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley & Sons.

1	**Modulbezeichnung** 901895	**Deep Learning** Deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning (2 SWS) Übung: DL E (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Zijin Yang Leonhard Rist	

4	**Modulverantwortliche/r**	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner
5	**Inhalt**	Deep Learning (DL) has attracted much interest in a wide range of applications such as image recognition, speech recognition and artificial intelligence, both from academia and industry. This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises: • (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks • loss functions and optimization strategies • convolutional neural networks (CNNs) • activation functions • regularization strategies • common practices for training and evaluating neural networks • visualization of networks and results • common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet • recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU) • deep reinforcement learning • unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE) • generative adversarial networks (GANs) • weakly supervised learning • applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...) The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • explain the different neural network components, • compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks, • compare and analyze different CNN architectures, • explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning, • explain deep reinforcement learning, • explain different deep learning applications, • implement the presented methods in Python, • autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,

		• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer, • autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature, • discuss the social impact of applications of deep learning applications.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016. • Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006 • Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)

1	**Modulbezeichnung** 44150	**Diagnostic Medical Image Processing** Diagnostic medical image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Diagnostic Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Luis Rivera Monroy Arpitha Ravi Manuela Meier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	English version: The contents of the module comprise basics about medical imaging modalities and acquisition hardware. Furthermore, details on acquisition-dependent preprocessing are covered for image intensifiers, flat-panel detectors, and MR. The fundamentals of 3D reconstruction from parallel-beam to cone-beam reconstruction are also covered. In the last chapter, rigid registration for image fusion is explained. Deutsche Version: Die Inhalte des Moduls umfassen Grundlagen der medizinischen Bildverarbeitung und Aufnahmeprinzipien. Darüber hinaus werden Details der Vorverarbeitung für Bildverstärker, Flachpaneldetektoren und MR erklärt. Die Grundlagen der Rekonstruktion von Parallelstrahl bis hin zur Kegelstrahl-Tomographie werden ebenfalls behandelt. Im letzten Kapitel wird starre Registrierung für Bildfusion erläutert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	English Version: The participants • understand the challenges in interdisciplinary work between engineers and medical practitioners. • develop understanding of algorithms and math for diagnostic medical image processing. • learn that creative adaptation of known algorithms to new problems is key for their future career. • develop the ability to adapt algorithms to different problems. • are able to explain algorithms and concepts of the module to other engineers. Deutsche Version: Die Teilnehmenden • verstehen die Herausforderungen in der interdisziplinären Arbeit zwischen Ingenieuren und Ärzten. • entwickeln Verständnis für Algorithmen und Mathematik der diagnostischen medizinischen Bildverarbeitung. • erfahren, dass kreative Adaption von bekannten Algorithmen auf neue Probleme der Schlüssel für ihre berufliche Zukunft ist. • entwickeln die Fähigkeit Algorithmen auf verschiedene Probleme anzupassen. • sind in der Lage, Algorithmen und Konzepte des Moduls anderen Studierenden der Technischen Fakultät zu erklären.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Ingenieurmathematik Engineering Mathematics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 645618	**Human Computer Interaction** Human computer interaction	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier Madeleine Flaucher
5	**Inhalt**	Das Modul 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 im Modul behandelt: • Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung • Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme • Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers • Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides • Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme • Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen • Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge • Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten • Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung Contents: The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems. This module addresses the following topics: • Introduction to the basics of Human-Computer Interaction • Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems • Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users • Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides • In- and output devices, design space for interactive systems

		• Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces • Prototypic implementation of interactive systems • Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components • Acceptance, evaluation methods and quality assurance
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion. • Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile. • Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen. • Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten. • Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt. Learning Objectives and Competences: • Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction. • They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages. • Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction. • Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user. • Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Electronic exam (in presence), 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44140	**Interventional Medical Image Processing** Interventional medical image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Medical Image Processing for Interventional Applications (VHB-Kurs) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Arpitha Ravi Luis Rivera Monroy Manuela Meier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	English Version: This module focuses on recent developments in image processing driven by medical applications. All algorithms are motivated by practical problems. The mathematical tools required to solve the considered image processing tasks will be introduced. The module starts with an overview on preprocessing algorithms such as scatter correction for x-ray images, edge detection, super-resolution and edge-preserving noise reduction. The second chapter describes automatic image analysis using feature descriptors, key point detection, and segmentation using bottom-up algorithms such as the random walker or top-down approaches such as active shape models. Furthermore, the module covers geometric calibration algorithms for single view calibration, epipolar geometry, and factorization. The last part of the module covers non-rigid registration based on variational methods and motion-compensated image reconstruction. Deutsche Version: Das Modul ist auf die jüngsten Entwicklungen in der Verarbeitung von medizinischen Bildern ausgerichtet. Alle Algorithmen werden durch praktische Probleme motiviert. Die mathematischen Werkzeuge, die für die Bildverarbeitungsaufgaben benötigt werden, werden eingeführt. Das Modul beginnt mit einem Überblick über Vorverarbeitungsalgorithmen, wie zum Beispiel Streustrahlkorrektur für Röntgenbilder, Kantenerkennung, Superresolution und kantenerhaltende Rauschunterdrückung. Das zweite Kapitel beschreibt die automatische Bildanalyse mit Merkmalsdeskriptoren, Punkterkennung und Segmentierung mit Bottom-up-Algorithmen wie dem Random-Walker oder Top-Down-Ansätzen wie aktiven Formmodellen. Darüber hinaus deckt die Vorlesung auch geometrische Kalibrierungsalgorithmen zur Einzelansicht-Kalibrierung, Epipolargeometrie und Faktorisierung ab. Der letzte Teil des Moduls deckt nicht-starre Registrierung auf der Grundlage von Variationsmethoden und bewegungskompensierter Bildrekonstruktion ab.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	English Version: The participants • summarize the contents of the lecture. • apply pre-processing algorithms such as scatter correction and edge-preserving filtering. • extract information from images automatically by image analysis methods such as key point detectors and segmentation algorithms. • calibrate projection geometries for single images and image sequences using the described methods. • develop non-rigid registration methods using variational calculus and different regularizers. • adopt algorithms to new domains by appropriate modifications. Deutsche Version: Die Teilnehmenden • fassen die Inhalte der Vorlesung zusammen. • wenden Vorverarbeitungsalgorithmen wie Streustrahlkorrektur und kantenerhaltende Filterung an. • extrahieren automatisch Informationen aus Bildern, indem sie Bildanalyseverfahren wie Punktdetektoren und Segmentierungsalgorithmen verwenden. • kalibrieren Projektionsgeometrien für Einzelbilder und Bildsequenzen mit den beschriebenen Methoden. • entwickeln nicht-starre Registrierungsmethoden mit Hilfe von Variationsrechnung und unterschiedlichen Regularisierern. • wenden Algorithmen auf neue Modalitäten durch entsprechende Änderungen im Algorithmus an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43760	**Interventional Medical Image Processing mit Übung** Interventional medical image processing with exercises	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 65718	**Introduction to Machine Learning** Introduction to machine learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt.Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse.Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepäsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen. The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis.Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/ transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis.In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed. T
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung • verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung • vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden • verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung

		• wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an • wenden verschiedene Normierungsmethoden an • verstehen den Fluch der Dimensionalität • erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale basierend auf Filterung • verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse • verstehen die Basis von Repräsentationslernen • erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator) • benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden • lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an The students • explain the stages of a general pattern recognition system • understand sampling, the sampling theorem, and quantization • understand and implement histogram equalization and expansion • compare different thresholding methods • understand linear, shift invariant filters and convolution • apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters • apply different normalization methods • understand the curse of dimensionality • explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering • understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis • understand the basis of representation learning • explain the basics of statistical classification (Bayes classifier) • use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods • learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis). A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and

		thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsfolien/lecture slides • Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003 • Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009 • Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley & Sons, New York, 2001

1	**Modulbezeichnung** 93340	**Introduction to Network Science** Introduction to network science	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David Blumenthal
5	**Inhalt**	Networks are fundamental data structures for modeling and analyzing complex biological, technological, or social systems. This course provides an introduction to the science of complex networks and their applications. The following topics will be covered: • Very brief introduction to graph theory, the mathematical underpinning of network science, • node centrality measures, • models of random networks, • network motifs, • degree correlations, • community detection, • network distance models, • evolving networks, • temporal networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • get familiar with the basics of graph theory, • learn how to use networks to model complex relationships, • get familiar with the most important techniques for analyzing complex networks, • acquire hands-on experience in analyzing complex networks with the widely used Python library NetworkX.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Since the lecture will be accompanied by programming exercises in Python, prior knowledge of this programming language is recommended. For students without prior experience, a very brief introduction to Python will be provided in the first two exercise sessions.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	A. Barabási and M. Pósfai, Network Science, Cambridge University Press, Cambridge, 2016, http://barabasi.com/networksciencebook/.

1	**Modulbezeichnung** 428256	**Maschinelles Lernen für Zeitreihen** Machine learning for time series	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen Übung (2 SWS) Vorlesung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Schlieper Dr. Dario Zanca Richard Dirauf Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca
5	**Inhalt**	Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) and Deep Learning (DL) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered: • Fundamentals and an overview of applications of time series analysis. • Fundamentals of ML methods, such as Gaussian processes, State Space models, and Autoregressive models for time series. • Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems. • Advanced DL methods for time-series, such as Convolutional, Recurrent, and Attention-based models. • Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or PyTorch.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students can describe concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc. • Students can explain concepts of ML/DL methods in general and tackling time series problems in particular • Students understand the characteristics of time series data and are capable of developing and implementing ML/DL methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	This is a specialisation lecture; successful completion of the lectures "IntroPR" and/or "Pattern Recognition" / "Pattern Analysis" is recommended. Concepts taught in "IntroPR" are assumed here as basic knowledge.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 electronic exam (remote), 90 min.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Pattern recognition and machine learning. Christopher M. Bishop, Springer, 2006 • The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009 • Machine Learning: A Probabilistic Perspective. Kevin Murphy, MIT press, 2012 • Deep Learning. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 639119	**Music Processing Analysis - Lecture and Exercise** Music processing analysis - Lecture and exercise	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Music Processing Analysis - Exercise (2 SWS) Vorlesung: Music Processing Analysis (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Meinard Müller
5	**Inhalt**	Music signals possess specific acoustic and structural characteristics that are not shared by spoken language or audio signals from other domains. In fact, many music analysis tasks only become feasible by exploiting suitable music-specific assumptions. In this course, we study feature design principles that have been applied to music signals to account for the music-specific aspects. In particular, we discuss various musically expressive feature representations that refer to musical dimensions such as harmony, rhythm, timbre, or melody. Furthermore, we highlight the practical and musical relevance of these feature representations in the context of current music analysis and retrieval tasks. Here, our general goal is to show how the development of music-specific signal processing techniques is of fundamental importance for tackling otherwise infeasible music analysis problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen • Die Studierenden stellen zentrale Aufgabenstellungen der Musikverarbeitung in eigenen Worten dar und skizzieren Lösungsansätze. • Die Studierenden verstehen die Eigenschaften von unterschiedlichen Darstellungsformen von Musik. • Die Studierenden interpretieren Signaleigenschaften anhand von Visualisierungen (Exercise). Anwenden • Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen zur Analyse und zum Vergleich von Musiksignalen an. • Die Studierenden können voraussagen, wie sich unterschiedliche musikalische Eigenschaften bei der Signalanalyse auswirken. • Die Studierenden implementieren Algorithmen zur Analyse, zum Vergleich und zur inhaltsbasierten Suche von Musiksignalen (Exercise). Analysieren • Die Studierenden beobachten und diskutieren die Bedeutung und Auswirkung von Parametern bei der Musikanalyse. • Die Studierenden stellen unterschiedliche Verfahren bei der Analyse von Periodizitäten gegenüber. • Die Studierenden analysieren und erforschen Eigenschaften von Musiksignalen mittels automatisierter Methoden (Exercise). • Die Studierenden klassifieren und strukturieren Musikdaten mittels Lernverfahren (Exercise).

		Evaluieren (Beurteilen)
		• Die Studierenden hinterfragen Annahmen, die implizit bei der Verwendung von Analysemethoden gemacht werden.
		• Die Studierenden schätzen ein, wann Methoden bei der Analyse von gewissen Musiksignalen funktionieren könnten und wann sie typischerweise versagen.
		• Die Studierenden evaluieren automatisierte Methoden mittels geeigneter Evaluationsmaße unter Verwendung von manuell erstellten Annotationen (Exercise).
		Erschaffen
		•
		  ° Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor.
		  ° Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.
		  ° Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen.
		  ° Die Studierenden entwickeln praktische Lösungswege für Problem in der Musikverarbeitung (Exercise)
		  ° Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben.
		  ° Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft.
		  ° Die Studierenden nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers und der Tutoren zur Verbesserung ihrer Lernstrategien (Exercise).
		  ° Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird.
		  ° Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen.
		  ° Die Studierenden entwickeln und implementieren Software im Team (Exercise).
		  ° Die Studierenden geben Kommilitonen im Rahmen ihrer Zusammenarbeit wertschätzendes Feedback (Exercise).

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	In this course, we discuss a number of current research problems in music processing or music information retrieval (MIR) covering aspects from information science and digital signal processing. We provide the necessary background information and give numerous motivating examples so that no specialized knowledge is required. However, the students should have a solid mathematical background. The lecture is accompanied by readings from textbooks or the research literature. Furthermore, the students are required to experiment with the presented algorithms using Python.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Medieninformatik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Meinard Müller Fundamentals of Music Processing Using Python and Jupyter Notebooks 2nd edition, 495 p., hardcover ISBN: 978-3-030-69807-2 Springer, 2021 http://www.music-processing.de/ https://www.audiolabs-erlangen.de/FMP

1	**Modulbezeichnung** 44120	**Pattern Analysis** Pattern analysis	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Christian Riess
5	**Inhalt**	This module introduces the design of pattern analysis systems as well as the corresponding fundamental mathematical methods. The topics comprise: • clustering methods: soft and hard clustering • classification and regression trees and forests • parametric and non-parametric density estimation: maximum-likelihood (ML) estimation, maximum-a-posteriori (MAP) estimation, histograms, Parzen estimation, relationship between folded histograms and Parzen estimation, adaptive binning with regression trees • mean shift algorithm: local maximization using gradient ascent for non-parametric probability density functions, application of the mean shift algorithm for clustering, color quantization, object tracking • linear and non-linear manifold learning: curse of dimensionality, various dimensionality reduction methods: principal component analysis (PCA), multidimensional scaling (MDS), isomaps, Laplacian eigenmaps • Gaussian mixture models (GMM) and hidden Markov models (HMM): expectation maximization algorithm, parameter estimation, computation of the optimal sequence of states/ Viterbi algorithm, forward-backward algorithm, scaling • Markov random fields (MRF): definition, probabilities on undirected graphs, clique potentials, Hammersley-Clifford theorem, inference via Gibbs sampling and graph cuts Das Modul führt in das Design von Musteranalysesystemen sowie die zugrundeliegenden mathematischen Methoden ein. Die Vorlesung umfasst im Einzelnen: • Clustering-Methoden: Soft- und Hard-Clustering • Klassifikations- und Regressionsbäume/-wälder • parametrische und nicht-parametrische Dichteschätzung: Verfahren sind ML- und MAP-Schätzung, Histogramme, Parzenschätzung, Zusammenhang gefaltete Histogramme und Parzenschätzung, adaptives Binning mit Regressionsbäumen. • 'Mean Shift'-Algorithmus: lokale Maximierung durch Gradientenaufstieg bei nicht-parametrischen Dichtefunktionen, Anwendungen des 'Mean Shift'-Algorithmus zum Clustering, Farbquantisierung und Objektverfolgung • Linear and Non-Linear Manifold Learning: Curse of Dimensionality, Verschiedene Methode zur Dimensionsreduktion: Principal Component Analysis (PCA),

		Multidimensionsional Scaling (MDS), Isomap, Laplacian Eigenmaps • Gaußsche Mischverteilungsmodelle (GMM) und Hidden-Markov-Modelle (HMM): 'Expectation Maximization'-Algorithmus, Parameterschätzung, Bestimmung der optimalen Zustandsfolge/Viterbi-Algorithmus, Vorwärts-Rückwärts-Algorithmus, Skalierung • Markov-Zufallsfelder: Definition, Wahrscheinlichkeiten auf ungerichteten Graphen, Cliquen-Potenziale, Hammersley-Clifford-Theorem, Inferenz mit Gibbs-Sampling und Graph Cuts
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • explain the discussed methods for classification, prediction, and analysis of patterns, • compare and analyze methods for manifold learning and select a suited method for a given set of features and a given problem, • compare and analyze methods for probability density estimation and select a suited method for a given set of features and a given problem, • apply non-parametric probability density estimation to pattern analysis problems, • apply dimensionality reduction techniques to high-dimensional feature spaces, • explain statistic modeling of feature sets and sequences of features, • explain statistic modeling of statistical dependencies, • implement presented methods in Python, • supplement autonomously the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature, • discuss the social impact of applications of pattern analysis solutions. Die Studierenden • erläutern die behandelten Methoden zur Klassifikation, Vorhersage und Analyse von Mustern, • vergleichen und analysieren Methoden des Manifold Learning und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus, • vergleichen und analysieren Methoden zur Dichteschätzung und wählen für eine vorgegebene Fragestellung eine geeignete Methode aus, • wenden nicht-parametrische Dichteschätzung auf Probleme der Musteranalyse an, • wenden Dimensionsreduktion bei hochdimensionalen Merkmalsräumen an, • erläutern statistische Modellierung von Merkmalsmengen und Merkmalsfolgen, • erklären statistische Modellierung abhängiger Größen, • implementieren vorgestellte Verfahren in Python.

		• ergänzen eigenständig mathematische Grundlagen der präsentierten Methoden durch selbstbestimmtes Studium der Literatur • diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkungen von Anwendungen der Musteranalyse
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Begleitende Literatur / Accompanying literature: • C. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006 • T. Hastie, R. Tibshirani und J. Friedman: The Elements of Statistical Learning, 2nd Edition, Springer Verlag, 2009 • A. Criminisi and J. Shotton: Decision Forests for Computer Vision and Medical Image Analysis, Springer, 2013

1	**Modulbezeichnung** 44130	**Pattern Recognition** Pattern recognition	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: PR Exercise (1 SWS) Vorlesung: Pattern Recognition (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Paul Stöwer Siming Bayer Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods: • Bayesian classifier • Logistic Regression • Naive Bayes classifier • Discriminant Analysis • norms and norm dependent linear regression • Rosenblatt's Perceptron • unconstraint and constraint optimization • Support Vector Machines (SVM) • kernel methods • Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs) • Independent Component Analysis (ICA) • Model Assessment • AdaBoost Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren: • Bayes-Klassifikator • Logistische Regression • Naiver Bayes-Klassifikator • Diskriminanzanalyse • Normen und normabhängige Regression • Rosenblatts Perzeptron • Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen • Support Vector Maschines (SVM) • Kernelmethoden • Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs) • Analyse durch unabhängige Komponenten • Modellbewertung • AdaBoost
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster • erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren • wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an

		• beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung • verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren Students • understand the structure of machine learning systems for simple patterns • explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques • apply classification techniques in order to solve given classification tasks • evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem • understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus • The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful. • Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung • Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&Sons, New York, 2001 • Trevor Hastie, Robert Tobshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009

		• Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

1	**Modulbezeichnung** 93185	**Reinforcement Learning** Reinforcement learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Christopher Mutschler
5	**Inhalt**	The lecture aims at teachin Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics: • Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes) • Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration) • Model-Free Prediction • Model-Free Control • Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs) • Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO) • Model-based RL • Offline RL • Explainable RL • Exploration-Exploitation • Simulation to Reality Transfer • Research frontiers & hot topics, Sim2Real & Real-World Applications
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will learn to • understand the basic principle behind sequestration decision making problems and how to translate them into a formal model • compare and analyze methods different agents to search for policies • implement the presented methods in PyTorch, • discuss the social impact of applications that automate decision making
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen IntroPR" und/oder Pattern Recognition"/"Pattern Analysis" wird empfohlen. Konzepte, die in IntroPR" vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA. • Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5. • Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers. • Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley. • Maxim Lapan. 2020. Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more, 2nd Edition. Packt Publishing. • Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific. • Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning. • Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data & Analytics.

1	**Modulbezeichnung** 44521	**Selected Topics of Deep Learning for Audio, Speech, and Music Processing** Selected topics of deep learning for audio, speech, and music processing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44455	**Speech and Language Processing**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Seung Hee Yang
5	**Inhalt**	Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs. After focussing on of the basic mechanisms of human speech generation and speech perception the lecture gives a detailed introduction to (mainly) statistically oriented methods of automatic recognition of spoken language. Main topics are feature extraction, vector quantization, acoustic speech modeling with the help of Markov models, linguistic speech modeling with the help of stochastic grammars, prosodic information as well as search algorithms to speed up the decoding process.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen • erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems • verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale • verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion • verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden • verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus) • verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs) • erklären stochastische Sprachmodelle The students • understand the principles of human speech production and acoustic properties of the different phoneme classes • explain the general pipeline of a pattern recognition system • understand sampling, the sampling theorem, and quantization w.r.t. speech signals

		• understand Fourier transformation and mathematical models of speech production • understand hard and soft vector quantization methods • understand unsupervised learning (EM-algorithm) • understand Hidden Markov Models (HMMs) • explain stochastic language models
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983 • Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990 • Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995 • º Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993

Vertiefungsrichtung Programmiersysteme

1	**Modulbezeichnung** 381033	**Ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau** Selected chapters from building compilers	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau (2 SWS) Vorlesung: Ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau (2 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	Florian Mayer Julian Brandner Prof. Dr. Michael Philippsen Tobias Heineken Daniela Novac	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	Themen der Vorlesung: • Übersetzer u. Optimierungen für funktionale Programmiersprachen • Übersetzung aspektorientierter Programmiersprachen • Erkennung von Wettlaufsituationen • Software Watermarking • Statische Analyse und symbolische Ausführung • Binden von Objektcode und Unterstützung für dynamische Bibliotheken • Strategien zur Ausnahmebehandlung • Just-in-Time-Übersetzer • Speicherverwaltung und Speicherbereinigung • LLVM Themen der Übung: • Ziel des Blockpraktikums ist es, das Verständnis von virtuellen Maschinen zu vertiefen. Dazu implementieren die Studierenden eine eigene virtuelle Maschine für eine Beispielprogrammiersprache, deren Grundgerüst zu Beginn des Praktikums vorgegeben wird.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • vergleichen Übersetzungstechniken für unterschiedliche Programmierparadigmen • beschreiben die Übersetzung funktionaler Sprachen • erläutern die Funktionsweise von Typinferenz • legen Optimierungen für die Übersetzung funktionaler Sprachen dar • erläutern die Konzepte aspektorientierter Sprachen • schildern Übersetzungtechniken und Optimierungen für aspektorientierte Sprachen • vergleichen Techniken zur Übersetzung von Ausnahmen • nennen die Aufgaben eines Binders • geben die Struktur unterschiedlicher Formate für ausführbare Dateien an • vergleichen die Funktionsweise statischer und dynamischer Bibliotheken

		• vergleichen verschiedene Ansätze zur interpretierten Ausführung von Bytecode • schildern, wann sich der Umstieg von interpretierter zu nativer Ausführung lohnt • evaluieren, welche Sprachkonstrukte zur Ausführung in einer virtuellen Maschine geeignet sind • illustrieren die Arbeitsweise eines Just-In-Time-Compilers • beschreiben die Funktionsweise von Heuristiken, die Optimierungen beim Just-In-Time-Übersetzungsvorgang auslösen • erläutern gängige Optimierungen für Just-In-Time-Compiler • beschreiben Algorithmen zur automatischen Speicherbereinigung • erklären und vergleichen Techniken zur Erkennung von Wettlaufsituationen • erläutern Verfahren zur Einbettung von Wasserzeichen in Software • skizzieren die Eigenschaften von LLVM • legen die grundlegende Funktionsweise abstrakter Interpretation dar • beschreiben die Grundzüge der symbolischen Ausführung sowie möglicher Verbesserungen • erklären das Einlesen von Bytecode • implementieren einen einfachen Bytecode-Interpreter • setzen einen einfachen Just-In-Time-Compiler um • untersuchen den Wechsel zwischen Bytecode und nativem Code • implementieren Registervergabe mit linearem Scan • setzen Inlining auf Bytecode-Ebene um
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 70 h Eigenstudium: 155 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44240	**Grundlagen des Übersetzerbaus** Foundations of compiler construction	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen des Übersetzerbaus (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen des Übersetzerbaus (2 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	Florian Mayer Sascha Hofmann Tobias Heineken Prof. Dr. Michael Philippsen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	***[Deutsch:]*** Auf den ersten Blick erscheint es wenig sinnvoll, sich mit Übersetzerbau zu beschäftigen. Andere Themen scheinen wesentlich näher an der direkten Anwendbarkeit in der industriellen Praxis. Der erste Blick täuscht: • Übersetzer gehören wohl zu den am gründlichsten studierten mittelgroßen sequentiellen Software-Systemen. Man kann viel aus den Erfahrungen lernen, die im Laufe der Jahre gesammelt wurden. • In den Übungen, die die Vorlesung begleiten, werden Sie selbst einen (kleinen) Übersetzer entwickeln. • Für viele Teilnehmer wird dieses Projekt das erste größere Software-Projekt sein. Viele der Algorithmen aus dem Grundstudium werden angewendet. • Bei jedem von Ihnen verwendeten Übersetzer gehen Sie in der Regel davon aus, dass richtiger Coder erzeugt wird. In der Vorlesung erfahren Sie, wie das geforderte hohe Maß an Korrektheit und Zuverlässigkeit erreicht wird. • Sie erlangen ein Verständnis für Konzepte von Programmiersprachen und verstehen, welcher Maschinen-Code aus Sprachkonstrukten gemacht wird. Mit diesem Wissen im Hinterkopf verbessern Sie Ihre Fähigkeit, gute und effiziente Programme zu schreiben. • Übersetzer werden nicht nur für Programmiersprachen benötigt. Spezielle Übersetzer braucht man in vielen Bereichen des täglichen Informatik-Lebens z.B. zur Textformatierung, für Programmtransformationen, für aspektorientiertes Programmieren, für die Verarbeitung von XML, ... • Es gehört zu einer Ingenieur-Ausbildung, in der Lage zu sein, diejenigen Werkzeuge selbst zu fertigen, die man verwendet. Für Informatiker gehört daher ein Verständnis vom Innenleben eines Übersetzers zum Rüstzeug. **Fokus der Lehrveranstaltung:** Es werden Konzepte und Techniken der Übersetzerkonstruktion aus Sicht eines Übersetzerbauers und entlang der wesentlichen Arbeitsschritte eines Übersetzers (Frontend; Mittelschicht;

Backend) vorgestellt. Übungen und Praxisaufgaben ergänzen die Vorlesung. Hier entwickeln die Studierenden auf der Basis eines vorgegebenen Programmrahmens einen eigenen Übersetzer für die Programmiersprache e2, die speziell für den Übersetzerbau-Vorlesungszyklus entworfen wurde.

Behandelte Themenfelder:

- Prinzipien der Übersetzung imperativer Programmiersprachen
- Struktur eines Übersetzers
- Symbolentschlüssler (Scanner) und Zerteiler (Parser)
- Abstrakter Syntaxbaum (AST)
- Besuchermuster
- AST-Transformationen, Entzuckerung
- Symboltabellen und Sichtbarkeitsbereiche
- Semantische Analyse: Namensanalyse, Typprüfung
- Übersetzung von arithmetischen Ausdrücken und Kontrollflusskonstrukten in registerbasierte oder stapelbasierte Zwischensprachen
- Übersetzung von Methoden und Methodenaufrufen; Methodenschachteln
- Übersetzung objektorientierter Sprachen mit Einfachvererbung, Schnittstellen und Mehrfachvererbung
- Methodenauswahl in Java (überladene und überschriebene Methoden)
- Code-Generierung nach Sethi-Ullmann, Graham-Glanville, per Baumtransformation sowie mit Hilfe dynamischer Programmierung
- Registerallokation mit lokalen Techniken und mit Graphfärbung
- Instruktionsanordnung mit "list scheduling"
- Debugger

Themen der Vorlesungseinheiten:

1. Einführung (Überblick, modulare Struktur von Übersetzern, Frontend, Mittelschicht, Backend), Bootstrapping)
2. Symbolentschlüssler (Lexer) und Zerteiler (Parser), (Token, Literale, Symboltabelle, Grammatikklassen (LK(k), LL(k), ...), konkreter Syntaxbaum, Shift-Reduce-Parser)
3. AST und semantische Analyse (abstrakter Syntaxbaum, Besuchermuster, Double Dispatch, Sichtbarkeitsbereiche, Definitionstabelle)
4. Typkonsistenz (Typsicherheit, Typsystem, Typüberprüfung, Typberechnung, Typkonvertierung, attributierte Grammatiken)
5. AST-Transformationen (Transformationsschablonen für Ausdrücke, Transformation innerer und generischer Klassen)
6. Transformation in Zwischensprache (registerbasiert versus stapelbasiert, Übersetzung von arithmetischen Ausdrücken, Zuweisungen, mehrdimensionalen Feldern, struct-Datentypen und Kontrollflussstrukturen (einschließlich Kurzschlussauswertung))
7. Methodenschachteln und Kellerrahmen (relative Adressen, call by value/reference/name, geschachtelte Funktionen, Funktionszeiger,

Stack- und Framepointer, Funktionsaufruf, Prolog, Epilog)
8. Objektorientierte Sprachen I: Einfachvererbung (Symbol- und Typanalyse, Methodenauswahl mit Überschreiben und Überladen, virtuelle Methodenaufrufe, Klassendeskriptoren, dynamische Typprüfung und -wandlung)
9. Objektorientierte Sprachen II: Schnittstellen und Mehrfachvererbung (Interface v-Tables, dynamische Typprüfung und -wandlung mit Interfaces, Interfaces mit Default-Implementierung, Diamantenproblem)
10. Einfache Code-Erzeugung (Code-Selektion nach Sethi-Ullman, Register-Allokation, Instruktionsreihenfolge, optimale Code-Erzeugung für Ausdrucksbäume)
11. Fortgeschrittene Code-Erzeugung (Baumtransformation, Graham-Glanville, dynamisches Programmieren)
12. Registerallokation (Leistungsabschätzung, Lebendigkeitsintervalle, Kollisions- und Interferenzgraph, Spilling, Färbungsheuristiken, Aufteilung von Lebendigkeitsintervallen, 2nd Chance Bin Packing, Registerverschmelzung)
13. Parallelismus auf Instruktionsebene, Instruktionsreihenfolge, Debugger (Konflikte im Instruktionsfließband, List Scheduling, Delay-Slots, Sprungzielvorhersage, ptrace, Unterbrechungs- und Beobachtungspunkte, DWARF)

Meilensteine der Übungsbetriebs:
Im Rahmen der Übungen (siehe entsprechende Lehrveranstaltung) werden die in der Vorlesung vorgestellten Konzepte und Techniken zur Implementierung eines Übersetzers in die Praxis umgesetzt. Ziel der Übungen ist es, bis zum Ende des Semesters einen funktionsfähigen Übersetzer für die Beispiel-Programmiersprache e2 zu implementieren. Ein Rahmenprogramm ist gegeben, das in fünf Meilensteinen um selbstentwickelte Schlüsselkomponenten zu erweitern ist.
Folgende Meilensteine sind zu erreichen:
Meilenstein 1: Grammatik, AST-Konstruktion: Antlr-Produktionen, AST-Besucherschnittschelle, generischer AST-Besucher für return und Schleifen, AST-Besucher zur Visualisierung.
Meilenstein 2: Symbolanalyse, Symboltabelle, Standardfunktionen, AST-Besucher für die Symbolanalyse.
Meilenstein 3: Konstantenfaltung per AST-Transformation, Typanalyse mit bottom-up AST-Besuch, der implizite Typwandlungen bei Bedarf ergänzt.
Meilenstein 4: AST-Besucher zur Erzeugung der Zwischensprachrepräsentation, Übersetzung von arithmetischen Ausdrücken, return, Zuweisungen, logischen Ausdrücken, Bedingungen und Schleifen.
Meilenstein 5.0: Speicherzuteilung: Festlegung und Umsetzung der ABI Aufrufkonvention, Zuweisung von Speicheradressen zu Variablen; Kellerrahmenallokation; caller-save und callee-save Register.
Meilenstein 5.1: Code-Erzeugung: Implementierung der e2 Standardbibliothek; IR-Besucher zur Erzeugung von Assembly-Code.

Für die Meilensteine 1-3 soll der Übersetzer sowohl Integer- als auch Gleitkomma-Arithmetik unterstützen. Für die nachfolgenden Meilensteine reicht Integer-Arithmetik.

[English:]
The lecture teaches concepts and techniques of compiler construction from a compiler developer view, following the structure of the compiler frontend, middle end, and backend. Exercise sessions and practical assignments complement the lecture; the students implement their own compiler (based on a framework) for the e2 programming language, which is designed for this series of compiler construction lectures.
Content Summary

- Principles of compiling imperative programming languages
- Structure of a compiler
- Scanner and parser
- Abstract syntax trees (ASTs)
- Visitor design pattern
- AST transformations, desugaring
- Symbol tables and scopes
- Semantic analysis: name analysis, type checking
- Compilation of arithmetic expressions and control flow structures to register-based and stack-based intermediate languages
- Compilation of functions and function calls, activation records
- Compilation of object-oriented languages with single inheritance, interfaces, and multiple inheritance
- Method resolution in Java (overloaded and overridden methods)
- Code generation with Sethi-Ullmann algorithm, Graham-Glanville algorithm, tree transformations, and dynamic programming
- Register allocation with local techniques and graph coloring
- Instruction scheduling with the list scheduling technique
- Debuggers

Lecture Topics

- 1. Introduction: Class overview, modular structure of compilers (front-, middle-, and backend), compilation bootstrapping
- 2. Lexer and Parser: Tokens, literals, symbol table, grammar classes (LR(k), LL(k), ...), concrete syntax tree, shift-reduce parser
- 3. ASTs and semantic analysis: Abstract syntax tree, visitor pattern, double dispatch, scopes, definition table
- 4. Type consistency: Type safety, type system, type checks, type inference, type conversions, attributed grammars
- 5. AST transformations: Transformation patterns (arithmetics), transformation of nested and generic classes
- 6. Intermediate representations: Types of IRs, arithmetic operations, assignments, multidimensional array access, structs, control flow instructions, short-circuit evaluation

- 7. Activation record and stack frame: Relative addresses, call by value/reference/name, nested functions, function pointers, stack pointer and frame pointer, function calls: prolog and epilog
- 8. Object-oriented languages: single inheritance: Symbol and type analysis, method selection with method overloading and overriding, virtual method calls, class descriptors, dynamic type checks and casts
- 9. Object-oriented languages II: interfaces, multiple inheritance: Interface v-tables, dynamic type checks and casts with interfaces, interfaces with default implementations and state, diamond problem, virtual inheritance
- 10. Basic code generation: Code selection, register allocation, instruction order, basic blocks, optimal code generation for expression trees
- 11. Optimized code selection: Code selection as tree transformation, Graham-Glanville code generators, dynamic programming
- 12. Optimized register allocation: Performance approximations, liveness analysis, collision and interference graph, register spilling, coloring heuristics, optimistic extension, live range splitting, register coalescing, data structures
- 13. Instruction level parallelism, instruction order, debugger: Data, structural, and control conflicts in CPU pipelines, list scheduling, delay slots, branch predictions, superscalar and VLIW architectures, ptrace, break- and watch-points, DWARF

Assignment Milestones

For the assignments of this course, the students put the concepts and techniques presented in the lecture for implementing a compiler into practice. The goal of the assignments is to implement a functional compiler for the e2 programming language by the end of the semester. The e2 language is specifically designed for educational purposes; the students obtain a description of the language.

A framework for the implementation is provided to the students. The students implement the core components of the compiler in five milestones.

All milestones need to be fulfilled to pass the module; the last milestone contains two tasks. In particular, the milestones are:

- Milestone 1: Grammar definition and construction of the AST: ANTLR productions, AST visitor interface, and generic AST visitor for array accesses and return and loop statements; AST visitor for AST visualization.
- Milestone 2: Name analysis: symbol table; declaring standard functions; AST visitor for name analysis.
- Milestone 3: Constant folding and type analysis: AST transformations for constant folding; AST visitor for bottom-up type analysis, adding AST nodes for implicit casts;

		• Milestone 4: AST translation to intermediate representation: AST visitor to generate IR; translation of arithmetic, return, and assign statements, logical expressions, conditions, loops. • Milestone 5.0: Memory assignment: definition and implementation of the ABI calling convention; memory assignment of variables; stack frame allocation; caller-save and callee-save registers. • Milestone 5.1: Code generation: implementation of the e2 standard library; IR visitor to generate assembly code. For milestones one through three, the compiler needs to support both integer and floating-point arithmetic. For the last two milestones, only integer arithmetic is required.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	***[Deutsch:]*** Die Studierenden • nennen die typischen Aufgaben und Datenstrukturen eines Übersetzers • erläutern das Konzept des Bootstrapping • beschreiben Struktur und Arbeitsweise eines Abtasters (Scanner) und zeigen Grenzen und Problemfälle auf • wenden Grammatiken zur Konstruktion von Zerteilern (Parser) an • kennen die Komplexität eines Zerteilers für Java • beschreiben die wichtigsten Aufgaben der semantischen Analyse und wenden diese am Beispiel verschiedener Programmiersprachen (insbesondere Java) an • skizzieren typische AST-Transformationen am Beispiel des Java-Übersetzers • veranschaulichen die Grundzüge der Java-Kellermaschine und die zugehörige Transformation von Quell- zu Byte-Code • analysieren die Unterschiede zwischen Programmiersprachen hinsichtlich Felder und Verbund-Strukturen • erläutern die Verwendung von Stapel- und Kellerspeicher bei der Programmausführung • kennen verschiedene Maschineninstruktionssätze • optimieren die Registerverwendung vor der Generierung von Maschinencode • wenden das Verfahren von Graham & Glanville zur Erzeugung von Maschinencode an • erkennen Grenzen der Optimierung bei der Code-Generierung und analysieren alternative Strategien • beschreiben den Unterschied zwischen statischer und dynamischer Ablaufplanung • untersuchen Besonderheiten des Übersetzerbaus für objekt-orientierte Sprachen • ergänzen einen vorgegebenen Abtaster und abstrakten Syntaxbaum, um alle Sprachkonstrukte einer Beispielsprache zu unterstützen

- implementieren Konstantenfaltung, den Aufbau der Symboltabelle und Typprüfung auf dem abstrakten Syntaxbaum
- erzeugen Zwischencode aus dem abstrakten Syntaxbaum
- bilden Kontrollstrukturen auf Sprünge ab
- veranschaulichen die Adressierung von (mehrdimensionalen) Feldern
- entwickeln Konventionen für Funktionsaufrufe und den Aufbau des Stacks
- berechnen Offsets fuer Variablen auf dem Stack.
- implementieren eine einfache Registervergabe.
- kennen Details verschiedener Prozessorarchitekturen
- generieren Maschinencode für mindestens eine Prozessorarchitektur
- implementieren eine Laufzeitbibliothek
- wenden Debugging für maschinennahen Code an

[English:]

Students who have successfully completed the module will have the ability to

- identify the components and data structures of a compiler
- explain the concept of bootstrapping
- describe the structure and operation of a lexer and show limitations and problem cases
- use grammars for the construction of parsers
- know the complexity of Java parsers
- describe the main tasks of semantic analysis and apply them to different programming languages (especially Java)
- outline typical AST transformations using the Java compiler as an example
- illustrate the basic features of the Java Virtual Machine (JVM) and the corresponding transformation from source to byte code
- analyze the differences between programming languages in terms of arrays and compound structures
- explain the use of stack memory in program execution
- know different machine instruction sets
- optimize register allocation before generating machine code
- apply the Graham-Glanville algorithm to generate machine code
- recognize limitations of optimization in code generation and to analyze alternative strategies
- describe the difference between static and dynamic scheduling
- examine features of compiler construction for object-oriented languages
- augment a given lexer and abstract syntax tree to support all language constructs in an example language
- implement constant folding, symbol table construction, and type checking on the abstract syntax tree
- generate intermediate code from the abstract syntax tree

		• map control structures to jumps • translate compound boolean expressions with shortcut evaluation • illustrate addressing of (multidimensional) arrays • design conventions for function calls and stack frame layout • calculate offsets for stack variables • implement a basic register allocation. • know details of different processor architectures • generate machine code for at least one processor architecture • implement a runtime library • apply debugging to machine code
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Participants of this lecture are expected to have profound skills in the following programming languages: • Java (assignments are implemented in Java) • Assembler
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 175 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Modern Compiler Implementation in Java", A.W. Appel, Cambridge University Press, 1998 • Compilers - Principles, Techniques and Tools", A. Aho, R. Sethi, J. Ullmann, Addison-Wesley, 2006 • Modern Compiler Design", D. Grune, H. Bal, C. Jacobs, Langendoen, Wiley, 2002

1	**Modulbezeichnung** 44231	**Optimierung in Übersetzern** Compiler optimization	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	In der Vorlesung werden ausgewählte Kapitel aus dem Übersetzerbau besprochen. Schwerpunktmäßig werden Optimierungstechniken für die Übersetzung imperativer Programmiersprachen diskutiert, insbesondere solche, die für Hochleistungsrechner und Parallelrechner von Bedeutung sind. Begleitend dazu werden einige oft verwendete Techniken und Repräsetationsformen vorgestellt, die erforderlich sind, um die zur Optimierung benötigten Informationen geeignet zu berechnen bzw. zu verwalten. **Themen der Vorlesung:** • Abhängigkeitsanalyse (Kontrollflussgraph, Dominatoren) • Schleifentransformationen • Schleifenumordnungen • Schleifenrestrukturierung • Speicherzugriffstransformationen • Partielle Auswertung • Redundanzentfernung • Prozeduraufruftransformationen • Optimierungen für Parallelrechner • Pointer- und Aliasanalyse **Themen der Übung:** • º Zusätzlich erweitern die Studierenden in Zweiergruppen einen Übersetzer für eine Beispielprogrammiersprache um einige der in der Vorlesung vorgestellten Optimierungstechniken. Ziel ist es, am Ende des Semesters einen optimierenden Übersetzer zu haben, der effizienten Code erzeugen kann.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • entfernen unnötige Anweisungen mittels lokal wirkender Optimierungen • konstruieren den Kontrollflussgraphen für gegebenen Code • wenden den Fixpunktalgorithmus zur Berechnung der Dominanz in Kontrollflussgraphen an • wenden den Lengauer-Tarjan-Algorithmus zur Berechnung der Dominanz in Kontrollflussgraphen an • konstruieren den Dominatorbaum für einen Kontrollflussgraphen

		• berechnen die Dominanzgrenzen für die Knoten eines Kontrollflussgraphen • bestimmen die Kontrollflussabhängigkeiten der Knoten eines Kontrollflussgraphen • wenden einen Fixpunktalgorithmus zur Bestimmung von Datenflusswissen an • adaptieren den Fixpunktalgorithmus für neue Datenflussprobleme • weisen die Korrektheit des Fixpunktalgorithmus zur Datenflussberechnung nach • bestimmen lebendige Variablen und verfügbare Ausdrücke in einem Kontrollflussgraphen • begründen die Legalität durchgeführter Optimierungstechniken • überführen ein gegebenes Programm mit Hilfe des Dominanzgrenzenverfahrens in seine SSA-Form • überführen ein gegebenes Programm mit Hilfe des Wertnummerierungsverfahrens in seine SSA-Form • wenden SSA-basierte Optimierungstechniken an • optimieren ein gegebenes Programm mittels Kopienfortschreibung und Konstantenweitergabe • entfernen redundante Berechnungen aus Programmen • entfernen toten oder unerreichbaren Code aus Programmen • transformieren Programme in SSA-Form wieder aus dieser heraus • erläutern die Notwendigkeit von Alias-Analysen in optimierenden Übersetzern • kennen verschiedene Arten von Alias-Analysen • bestimmen Aliase mit Hilfe eines Fixpunktalgorithmus • bestimmen Aliase mit Hilfe des Steensgaard-Algorithmus • unterscheiden natürliche von unnatürlichen Schleifen • analysieren, ob ein Programm unnatürliche Schleifen beinhaltet • erkennen natürliche Schleifen in einem Kontrollflussgraphen • bestimmen Induktionsvariablen von Schleifen • eliminieren Induktionsvariablen durch eine Reduktion der Ausdrucksstärke • bestimmen schleifeninvarianten Code und ziehen diesen, falls möglich, vor die jeweilige Schleife • erkennen schleifenunabhängige und schleifenabhängige Abhängigkeiten • bestimmen Abhängigkeitsdistanzen • wenden die Fourier-Motzkin-Elimination zur Index-Analyse an • analysieren, ob eine Schleife parallelisierbar ist • weisen die Legalität von Schleifentransformationen nach und wenden diese, falls möglich, an • weisen die Legalität von Schleifenrestrukturierungen nach und wenden diese, falls möglich, an • wenden Unimodulare Transformationen von Schleifen an

		• wandeln mittels Schleifenneuausrichtung und Skalarvervielfachung schleifengetragene Abhängigkeiten in schleifenunabhängige Abhängigkeiten um • verbessern ihre Fähigkeit, effizienten Code zu schreiben • erläutern die Möglichkeiten und Grenzen unterschiedlicher Optimierungstechniken
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 175 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Aho, Lam, Sethi, Ullman: Compiler- Principles, Techniques, Tools • S. Muchnick: Advanced Compiler Design&Implementation • M. Wolfe: High Performance Compilers for Parallel Computing

Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur

1	**Modulbezeichnung** 44460	**Architekturen von Superrechnern** Architectures of supercomputers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises Architectures of Supercomputers / Übungen Architekturen von Superrechnern (2 SWS) Vorlesung: ArchSup (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Farhad Ebrahimiazandaryani Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	• Principles of computer and processor architectures • Modern processor architectures • Homogeneous and heterogeneous multi/many-core processors • Parallel computer architectures • Classification and principles of coupling parallel computers • High speed networks in supercomputers • Examples of supercomputers • Programming of supercomputers
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende können die Funktionsweise moderner in Superrechnern eingesetzter Prozessoren wiedergeben. Sie erkennen die besonderen Probleme im Zusammenahng mit dem Ernergieverbrauch und der Programmierung von Superrechnern. Verstehen Lernende können die Unterschiede bei der Kopplung paralleler Prozesse darstellen. Sie können Parallelrechner hinsichtlich ihrer Speicheranbindung und den grundlegenden Verarbeitungsprinzipien klassifizieren. Anwenden Lernenden sind in der Lage ein eigenes technisches oder mathematisches Problem zur Lösung auf einem Supercomputer umzusetzen und auszuführen. Anhand der in der Vorlesung gezeigten Beispiele sind sie in der Lage, Herausforderungen beim Auffinden von Flaschenhälsen zu verallgemeinern und für ihr konkretes Problem anzuwenden. Analysieren Lernende sind in der Lage, ihre Problemstellungen, z.B. naturwissenschaftliche oder technische Simulationsexperimente, hinsichtlich der Rechen- und Speicheranforderungen für einen Supercomputer geeignet für die Architekur zu charakterisieren. Evaluieren (Beurteilen) Lernende können mithilfe der aufgezeigten Methodiken zur Leistungsmesung von Parallerechnern unterschiedliche Rechnerarchitekturen bewerten und für ihre Problemstellung die passende Architektur auswählen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 211243	**CPU Entwurf mit VHDL (CPU)** CPU Design with VHDL (CPU)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Vorlesung wird einen Einblick in die wichtigsten Strukturen eines Rechners und insbesondere die der CPU geben. Wie sind die Register, die ALU, die Caches usw. aufgebaut, wie sind sie miteinander verschaltet? Wie werden Pipelines gebildet? Um die Vorlesung verstehen und die Übungsaufgaben lösen zu können, werden VHDL-Kenntnisse benötigt. Diese werden in der Vorlesung vermittelt. Im ersten Teil der Vorlesung geht es darum, aus einfachen Und-, Oder- und Inverter-Gattern größere Strukturen aufzubauen. So werden bespielsweise die Register und die Komponenten der ALU (Addierer, Multiplizierer, Shifter usw.) nach und nach aufgebaut. Aus den Einzelteilen lassen sich dann wiederum die Registerbänke, die ALU, die Speichereinheit usw. zusammensetzen. Mit guten Rechenwerken allein ist eine CPU noch nicht wirklich schnell. Es müssen schnell genug Instruktionen gelesen und dekodiert sowie die Operanden geholt werden können. Nach dem schnellen Verarbeiten in den Rechenwerken müssen die Ergebnisse dann wiederum schnell in die Zielregister bzw. Ziel-Speicherzellen kopiert werden. Das wichtigste Verfahren, um hierbei Performance zu gewinnen, ist das Pipelining. Leider gibt es eine Reihe von Bedingungen, die erfüllt sein müssen, dass Pipelining wirklich gut funktioniert. So dürfen keine Daten-Abhängigkeiten im Code vorhanden sein, müssen Sprungziele rechtzeitig bekannt sein und dürfen bestimmte Ressourcen nicht mehrfach gleichzeitig genutzt werden. Mittels Forwarding, Sprungvorhersage und Caches können die Probleme gemildert werden. Mit den so gewonnenen Fähigkeiten sind dann auch Multi-Core- und Multi-Threading-Architekturen verständlich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verstehen den inneren Aufbau moderner CPUs (Pipeline, Registerbänke, ALU, Caches, Memory-Management-Unit, Segmentierungseinheit, ...) und können selbst performante CPUs aus einfachen Basis-Schaltungen aufbauen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 169383	**CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt Prozessorentwurf)** CPU Design with VHDL (Focus on CPUs)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 436348	**CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt VHDL)** CPU Design with VHDL (Focus on VHDL)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Vorlesung wird einen Einblick in die wichtigsten Strukturen eines Rechners und insbesondere die der CPU geben. Wie sind die Register, die ALU, die Caches usw. aufgebaut, wie sind sie miteinander verschaltet? Wie werden Pipelines gebildet? Um die Vorlesung verstehen und die Übungsaufgaben lösen zu können, werden VHDL-Kenntnisse benötigt. Diese werden in der Vorlesung vermittelt. Im ersten Teil der Vorlesung geht es darum, aus einfachen Und-, Oder- und Inverter-Gattern größere Strukturen aufzubauen. So werden bespielsweise die Register und die Komponenten der ALU (Addierer, Multiplizierer, Shifter usw.) nach und nach aufgebaut. Aus den Einzelteilen lassen sich dann wiederum die Registerbänke, die ALU, die Speichereinheit usw. zusammensetzen. Mit guten Rechenwerken allein ist eine CPU noch nicht wirklich schnell. Es müssen schnell genug Instruktionen gelesen und dekodiert sowie die Operanden geholt werden können. Nach dem schnellen Verarbeiten in den Rechenwerken müssen die Ergebnisse dann wiederum schnell in die Zielregister bzw. Ziel-Speicherzellen kopiert werden. Das wichtigste Verfahren, um hierbei Performance zu gewinnen, ist das Pipelining. Leider gibt es eine Reihe von Bedingungen, die erfüllt sein müssen, dass Pipelining wirklich gut funktioniert. So dürfen keine Daten-Abhängigkeiten im Code vorhanden sein, müssen Sprungziele rechtzeitig bekannt sein und dürfen bestimmte Ressourcen nicht mehrfach gleichzeitig genutzt werden. Mittels Forwarding, Sprungvorhersage und Caches können die Probleme gemildert werden. Mit den so gewonnenen Fähigkeiten sind dann auch Multi-Core- und Multi-Threading-Architekturen verständlich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verstehen den inneren Aufbau moderner CPUs (Pipeline, Registerbänke, ALU, Caches, Memory-Management-Unit, Segmentierungseinheit, ...) und können selbst performante CPUs aus einfachen Basis-Schaltungen aufbauen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 275245	**Heterogene Rechnerarchitekturen Online** Heterogeneous computing architectures online	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Heterogene Rechnerarchitekturen Online (0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Johannes Kliemt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Whereas heterogeneous architectures and parallel computing has filled an academic niche in the past it has become now a commodity technique with the rising of multi-core processors and programmable graphic cards. Even FPGAs play a role hereby in a certain extent due to their increasing importance as accelerator hardware what is clearly observable in the scientific community. However, on one side parallel hardware like multi-core and GPUs are now available nearly for everybody and not only for a selected selection of people, who have access to a parallel supercomputer. On the other side the knowledge about programming of this commodity hardware, and we mean here in particular hardware-orientated programming in order to squeeze out all offered GFlops and TFlops of such hardware, is still missing as well as the knowledge about the architecture details. To overcome this lack we offer this course HETRON. The e-learning course HETRON for the exploitation of parallel and heterogeneous computer architectures) focuses on two main topics which are closely related to each other. This concerns on one side the benefits of using different kinds of multi-core processors and parallel architectures built-up on base of these multicore processors. These architectures differ among each other in the number and in the complexity of its single processing nodes. We distinguish between systems consisting of a large number of simpler, so called fine-grained, processor cores vs. systems consisting of a smaller number of more complex, so called coarse-grained, processor cores. On the other side we lay our focus on that we want to do with these different heterogeneous parallel architectures, namely the execution of parallel programs. Of course this requires the use of parallel programming languages and environments, like CUDA or OpenMP. However, besides these questions of using the right syntax and the right compiler switches to optimize a parallel program it is a pre-requisite to understand how

		parallel computing really works. This refers (i) to the comprehension which basic mechanisms of parallel computing exist, (ii) where are the limits of getting more performance with parallel computing and (iii) in what context stand these mechanisms to heterogeneous architectures. In other words it handles the question which architecture is the best one for a certain parallelization technique. To teach these three topics, is one main goal we pursuit with the course HETRON, and of course, this more fundamental basics of heterogeneous and parallel computing have to be proven by means of concrete application examples to deepen the acquired knowledge about heterogeneous architectures and parallel computing principles.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden ... ...verstehen die Notwendigkeit sowie grundlegende Anwendungsfälle für heterogene Rechnerarchitekturen. ...können den grundlegenden Aufbau und das Zusammenspiel der Komponenten heterogener Rechnerarchitekturen erklären. ...erläutern grundsätzliche Parallelisierungsprinzipien wie Amdahls Law, High-Performance- und High-Througput-Computing sowie Parallelisierungsstrategien. ...können einfache Programme mit Hilfe der vermittelten Prallelisierungsprinzipien (Amdahls Law, High-Performance- und High-Throughput-Computing) analysieren und entsprechende Parallelisierungsstrategien entwickeln. ...erklären den Aufbau sowie Stärken und Schwächen von verschiedenen Architekturen wie CPUs, GPUs, Many-Core Prozessoren und FPGAs. ...implementieren ausgewählte Anwendungsbeispiele (SHA256 Algorithmus, Ising-Modell und Fast-Fourier-Transformation) auf oben genannte Architekturen. ...erforschen und bewerten verschiedener Parallelsierungstechniken in Abhängigkeit der Anwendung und der Architektur. ...erläutern die Grundlagen des Grid- und Cloud-Computings ...sind in der Lage parallele Berechnungen (SHA256) im Grid umzusetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)

12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 399289	**Programmierung und Architekturen von Cluster-Rechnern** Programming and architecture of computer clusters	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 798810	**Rechnerarchitektur** Computer architecture	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: Ü RA (2 SWS) Übung: RÜ RA (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Baumeister Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Kenan Gündogan Philipp Gündisch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung wird eine Tafelübung angeboten. Mit erfolgreicher mündlicher Prüfung können 5 ECTS erworben werden. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: • Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren • Behandlung von Hazards in Pipelines • Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage • Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz • Ausnutzen von Cacheeffekten • Architekturen von Digitalen Signalprozessoren • Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V) • Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner) • Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Mulitkern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA) • Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie kennen konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen. Verstehen

		Lernende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben. Anwenden Lernende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozesorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen. Analysieren Lernende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten. Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design • Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach • Stallings: Computer Organization and Architecture • Märtin: Rechnerarchitekturen

1	**Modulbezeichnung** 333815	**Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung)** Computer architecture	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerarchitektur (2 SWS) Übung: Ü RA (2 SWS) Übung: RÜ RA (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Baumeister Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Kenan Gündogan Philipp Gündisch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Vorlesung baut auf die in den Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation vermittelten Inhalte auf und setzt diese mit weiterführenden Themen fort. Es werden zunächst grundlegende fortgeschrittene Techniken bei Pipelineverarbeitung und Cachezugriffen in modernen Prozessoren und Parallelrechnern behandelt. Ferner wird die Architektur von Spezialprozessoren, z.B. DSPs und Embedded Prozessoren behandelt. Es wird aufgezeigt, wie diese Techniken in konkreten Architekturen (Intel Nehalem, GPGPU, Cell BE, TMS320 DSP, Embedded Prozessor ZPU) verwendet werden. Zur Vorlesung werden eine Tafel- und eine Rechnerübung angeboten. Die Rechnerübung erfodert 11 erfolgreich abgeschlossene Übungsaufgaben, diese gehen mit 10% in die Modulgesamtnote ein. Die verbleibenden 90% werden durch die mündliche Prüfung bestimmt. Insgesamt werden 7,5 ECTS erworben. In den Tafelübungen werden die in der Vorlesung vermittelten Techniken durch zu lösende Aufgaben vertieft. In der Rechnerübung soll u.a. ein einfacher Vielkern-Prozessor auf Basis des ZPU-Prozessors mit Simulationswerkzeugen aufgebaut werden. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: • Organisationsaspekte von CISC und RISC-Prozessoren • Behandlung von Hazards in Pipelines • Fortgeschrittene Techniken der dynamischen Sprungvorhersage • Fortgeschritten Cachetechniken, Cache-Kohärenz • Ausnutzen von Cacheeffekten • Architekturen von Digitalen Signalprozessoren • Architekturen homogener und heterogener Multikern-Prozessoren (Intel Corei7, Nvidia GPUs, RISC-V) • Architektur von Parallelrechnern (Clusterrechner, Superrechner) • Effiziente Hardware-nahe Programmierung von Mulitkern-Prozessoren (OpenMP, SSE, CUDA) • Leistungsmodellierung und -analyse von Multikern-Prozessoren (Roofline-Modell)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen

		Lernende können Wissen abrufen und wiedergeben. Sie können konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, und Abläufe in einem Prozessor darlegen. Verstehen Lernende können Beispiele für Rechnerarchitekturen anführen, sie sind in der Lage, Schaubilder von Prozessoren zu interpretieren und die Abläufe in eigenen Worten zu beschreiben. Anwenden Lernende können beim Erstellen eigener Programme durch Transfer des Wissens über Interna von Prozesorarchitekturen Optimierungen hinsichtlich des Laufzeitverhaltens vornehmen. Analysieren Lernende können zwischen verschiedenen Varianten von Lösungen einer Prozessorarchitektur klassifizieren, die Gründe für durchgeführte Entwurfsentscheidungen erschließen, Unterscheide gegenüberstellen und gegeneinander bewerten. Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernende erwerben die Fähigkeit selbstständig Testprogramme zum Bewerten der Leistungsfähigkeit eines Prozessors zu erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Patterson/Hennessy: Computer Organization und Design • Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A Quantitative Approach • Stallings: Computer Organization and Architecture • Märtin: Rechnerarchitekturen

Vertiefungsrichtung Software Engineering

1	**Modulbezeichnung** 510375	**Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML)** Analyzing and design object-oriented software systems with Unified Modeling Language (UML)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Detlef Kips
5	**Inhalt**	Die sogenannte "Unified Modeling Language" (UML) ist der seit Jahren weltweit akzeptierte Notationsstandard für die Modellierung komplexer Softwaresysteme. Mit einem reichhaltigen Repertoire an graphischen und textuellen Ausdrucksmöglichkeiten bietet die UML ihren Anwendern die Möglichkeit, die Anforderungen an die Zielsoftware, ihre statischen bzw. dynamischen Systemeigenschaften sowie die gewählte Softwarearchitektur halbformal zu spezifizieren, im Team darüber zu kommunizieren und große Teile des Programmcodes aus den spezifizierten Systemmodellen zu generieren. Ziel dieser Vorlesung ist es, die Studierenden mit Syntax und Semantik der UML vertraut zu machen und zu demonstrieren, wie die UML im Rahmen eines "typischen" Softwareentwicklungsprozesses angewendet werden kann. Zu diesem Zweck werden die verschiedenen Diagrammtypen und Notationselemente der UML schrittweise eingeführt und anhand eines durchgängigen Anwendungsbeispiels im Rahmen eines konkreten Vorgehensmodells über alle Entwicklungsphasen hinweg eingesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Im Rahmen dieser Veranstaltung sollen die Studierenden insbesondere die Kompetenz erwerben, - die syntaktische Struktur und die Semantik vorgegebener UML-Modelle bzw. Modellausschnitte zu analysieren und zu erläutern - verschiedene Sprachelemente der UML (und ggf. deren Kombination) im Hinblick auf ihre Eignung zur Abbildung charakteristischer Modellierungsprobleme im Rahmen eines Softwareentwicklungsprozesses zu bewerten, auszuwählen und anzuwenden - die Struktur und Systematik des UML-Metamodells zu erläutern und die UML mit geeigneten Metamodellierungskonzepten auf spezifische Anwendungskontexte anzupassen - zu einer gegebenen Anforderungsdefinition im Rahmen einer systematischen Analyse- und Entwurfsmethodik ein integriertes UML-Systemmodell zu erstellen - den Funktionsumfang eines UML-basierten Modellierungswerkzeugs zu bewerten, ein geeignetes Werkzeug auszuwählen und sicher anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich mündliche Einzelprüfung; Dauer (in Minuten): 30; benotet; 5 ECTS (Vorlesung + Übung)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Rumbaugh, J.; Booch, G.; Jacobson, I.: The Unified Modeling Language Reference Manual, Addison-Wesley, 2004 • Hitz, M.; Kappel, G.; Kapsammer, E.; Retschitzegger, W.: UML @ work , 3., aktualisierte und überarbeitete Auflage, dpunkt-Verlag, 2005 • Winter, M.: Methodische objektorientierte Softwareentwicklung, dpunkt-Verlag, 2005 • Störrle, H.: UML 2 erfolgreich einsetzen, Addison-Wesley, 2007 • Rumpe, B.: Modellierung mit UML: Sprache, Konzepte und Methodik, Springer-Verlag, 2. Auflage, 2011 • Seidl, M., Brandsteidl, M., Huemer, C., Kappek, G.: UML@classroom - Eine Einführung in die objektorientierte Modellierung, dpunkt-Verlag, 2012 • Rupp, C.; Queins, S., et al. UML 2 glasklar: Praxiswissen für die UML-Modellierung, Carl Hanser Verlag, 2012 Die einschlägige Originalliteratur zur UML findet man auf der Website der Object Management Group (http://www.omg.org/spec/UML).

1	**Modulbezeichnung** 93002	**Datenbank Praxis** Database concepts in practice	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Florian Kronberger
5	**Inhalt**	**Inhalt** Datenbanken werden in fast jedem Unternehmen zur persistenten Datenspeicherung eingesetzt. Nach den Grundlagenvorlesungen im Bachelor, die die theoretische Einführung in die Datenbankwelt gegeben haben und die Basis für diesen Kurs bilden, wird in diesem Kurs die praktische Erfahrung in der Arbeit mit einem Datenbanksystem in den Fokus gerückt. Der grundlegende Theorie-Stoff wird mittels eines Online-Skripts als Selbstlernangebot angeboten. Daneben gibt es Vor-Ort Termine bei denen das gelernte Wissen teilweise wiederholt, vertieft und durch Praxisaufgaben gefestigt wird. Zudem kann in den Vor-Ort Terminen gezielt auf aufgetretene Probleme eingegangen und Fragen geklärt werden. Das in diesem Kurs verwendete Db2 for z/OS von IBM wird häufig im Enterprise-Umfeld eingesetzt. Insbesondere bei Banken, Versicherungsunternehmen und Softwarehäusern findet dieses Datenbanksystem Verwendung. Neben Oracle ist hier Db2 eines der weltweit am häufigsten eingesetzten Datenbanksysteme. Daneben wird im Kurs auch auf PostgreSQL als weiteren Vertreter der relationalen Datenbanksysteme eingegangen. Die Kursinhalte umfassen: • Wiederholung der grundlegenden Konzepte aus den Bachelor-Pflichtvorlesungen • Einführung und Überblick über Db2 for z/OS • Administration von Db2 for z/OS • Programmzugriff auf Db2 for z/OS • Tools für Db2 for z/OS • Angewandte Aufgaben anhand eines Praxisbeispiels • PostgreSQL
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende erwerben Kenntnis der wesentlichen Begriffe aus dem Datenbank Umfeld, im Speziellen von Db2, sowie Kenntnisse über den Programmzugriff auf Datenbanken. Kenntnisse über die administrativen Aufgaben im Datenbank-Umfeld runden das Fachwissen der Studierenden ab. Verstehen Die Studierenden verstehen die Arbeitsweise des Datenbanksystems Db2. Sie könne Zugriffe auf das Datenbanksystem über Programme formulieren und verstehen den Mechanismus.

		Zusätzlich können sie administrative Tätigkeiten ausführen und verstehen und hinterfragen deren Wirkung. Anwenden Die Teilnehmer üben die Anwendung der Grundlagen aus dem Datenbankbereich im Umfeld der Db2, den Programmzugriff auf die Datenbank und Arbeiten mit SQL, zusätzlich wenden sie Administrationswerkzeuge auf die Db2-Datenbank an. Analysieren Am Schluss wird die Analyse und Konzeption einer Datenbank-Anwendung, sowie die Analyse von Datenbankzugriffen und Performanceproblemen, theoretisch und praktisch ducrhgeführt. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden führen selbstständig die Evaluation einer bestehenden Datenbankarchitektur bezüglich der Effizienz und Einsetzbarkeit in einem gegebenen Kontext durch und müssen die Beurteilung von selbst erstellten Datenbankschemas und Datenbankzugriffsprogrammen erarbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Ist im StudOn-Kurs verlinkt

1	**Modulbezeichnung** 869140	**Fehlertolerierende Softwarearchitekturen (Vorlesung mit Übung)** Lecture and tutorial: Fault-tolerant software architectures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	**Inhalt**	Das Modul befasst sich schwerpunktmäßig mit redundanzbasierten Verfahren zur Tolerierung sporadischer Softwarefehler im Betrieb. Im Falle besonders hoher Zuverlässigkeits- bzw. Verfügbarkeitsanforderungen (insbesondere für sicherheitskritische Systeme) ist es lohnenswert, während der Entwicklung mehr Hilfsmittel bereitzustellen und während des Betriebes einzusetzen, als es im Falle einer vollständig korrekten Implementierung erforderlich wäre. Die allgemeine Behandlung obiger Themen wird durch Berichte aktueller Erfahrungen aus der industriellen Entwicklungs- und Genehmigungspraxis abgerundet und ergänzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • klassifizieren das Fehlverhalten von Softwaresystemen im Hinblick auf Konsistenzeigenschaften (fail-silent, konsistent, byzantinisch) und Persistenzeigenschaften (permanent, intermittierend); • unterscheiden Redundanzarten nach der Art der redundanten Mittel (Struktur, Funktion, Information, Zeit) und nach der Art ihrer Aktivierung (statisch bzw. dynamisch); • beschreiben Strategien zur Fehlerbehandlung im Betrieb (Fehlerausgrenzung, Fehlerbehebung, Fehlermaskierung); • erläutern sowohl allgemeine fehlertolerante Systemkonzepte (N-Versionen- und Rücksetzblock-Programmierung) als auch konkrete Architekturen (TMR, Duplex, Dual-Dual); • erfassen die Grundbegriffe der klassischen Zuverlässigkeitstheorie (Lebensdauer, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Versagensrate, Mean Time To Failure); • wenden analytische Ansätze zur quantitativen Bewertung redundanter Softwarearchitekturen an; • diskutieren Ursachen der Versagensabhängigkeit von Softwarekomponenten auf Basis der Theorie von Eckhardt & Lee und des Experiments von Knight & Leveson; • erläutern Effizienz und Effektivität von Back-to-back Teststrategien für diversitäre Systeme; • unterscheiden Ursachen der Softwarefehlerentstehung und differenzieren Strategien zur Forcierung von Diversität während der Entwicklung.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93550	**Grundlagen des Software Engineering** Foundations of software engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	**Inhalt**	Das Modul befasst sich mit einem breiten Spektrum an ingenieurwissenschaftlichen Prinzipien und alternativen Vorgehensweisen bei der Konzeption, Entwicklung, Analyse, Organisation und Pflege großer, komplexer Softwaresysteme.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erklären systematische und strukturierte Prozessmodelle (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Entwicklung komplexer Software-Systeme • erfassen wesentliche Prinzipien der Software-Entwicklung (wie Kohäsion und Kopplung) • erläutern systematische Methoden zur Anforderungsermittlung an und wesentliche Ziele der Anforderungsanalyse • benutzen ausgewählte Spezifikationssprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und Z), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren • wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an; • beschreiben unterschiedliche Arten der Wiederverwendung von Entwurfselementen und lösen typische Entwurfsprobleme durch Anwendung etablierter Entwurfsmuster • benutzen Software-Metriken zur Bestimmung der Software-Komplexität • wenden unterschiedliche Nachweisverfahren, wie z.B. statische Analyse, funktionales und strukturelles Testen, oder Korrektheitsbeweise an • stellen die Bedeutung der Wartung im Software-Entwicklungprozess heraus • erläutern verschiedene Aspekte des Software-Projektmanagements
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Lehrbuch der Softwaretechnik, Helmut Balzert, Spektrum Akad. Verlag, 2000

1	**Modulbezeichnung** 471229	**Konstruktives Software Engineering** Constructive phases of software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	**Inhalt**	Das Modul befasst sich mit einem breiten Spektrum an ingenieurwissenschaftlichen Prinzipien und alternativen Vorgehensweisen bei Konzeption, Entwicklung und Pflege großer, komplexer Softwaresysteme. Sie bietet eine umfassende Übersicht konstruktiver Verfahren des modernen Software Engineering an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erklären systematische und strukturierte Prozessmodelle (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Entwicklung komplexer Software-Systeme • erfassen wesentliche Prinzipien der Software-Entwicklung (wie Kohäsion und Kopplung) • erläutern systematische Methoden zur Anforderungsermittlung an und wesentliche Ziele der Anforderungsanalyse • benutzen ausgewählte Spezifikationssprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und Z), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren • wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an; • beschreiben unterschiedliche Arten der Wiederverwendung von Entwurfselementen und lösen typische Entwurfsprobleme durch Anwendung etablierter Entwurfsmuster
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93183	**Mainframe@Home**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Peter Wilke
5	**Inhalt**	Großrechner sind das Herzstück der weltweiten IT-Landschaft. Durch die hohe Verfügbarkeit und geringe Ausfallquote werden Mainframes in sehr großen Firmen verwendet. Die Transaktionszahlen für die Datenverarbeitung sind bei diesen Unternehmen außerdem sehr hoch. Mit diesem Kurs soll Ihnen die Möglichkeit geboten werden, sich mit der Programmierung von Anwendungen für und der Arbeit mit Großrechner zu beschäftigen. Sie verwenden in diesem Kurs eine eigene Mainframe-Emulation auf Ihrem Rechner und arbeiten mit dieser in verschiedenen Übungsaufgaben. Behandelt werden die folgenden Kapitel: • Einführung in das Thema Großrechner • Virtualisierung • Multiple Virtual Storage (MVS) • Common Business Oriented Language (Cobol) • Formula Translator (Fortran) • Restructured Extended Executor (Rexx) • Virtual Storage Access Method (VSAM) • Java und Unix auf dem Mainframe
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen • Kenntnis der wesentlichen Begriffe der Mainframe-Arbeitsumgebung • Verständnis für das Arbeiten mit VSAM-Datasets Anwenden • Beherrschen der wichtigsten Kommandos zur Arbeit im Mainframe Betriebssystem MVS. • Aufbau einer eigenen Mainframe-Emulation mit MVS Betriebssystem. Verstehen • ° Analyse und Implementierung verschiedener Anwendung in den Sprache Cobol, Fortran und Rexx.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Auf die Literatur wird in der jeweiligen Lerneinheit im StudOn hingewiesen.

1	**Modulbezeichnung** 505241	**Mainframe Programmierung** Mainframe programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Mainframe Programmierung I (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Wind	

4	**Modulverantwortliche/r**	Sebastian Wind
5	**Inhalt**	Der Begriff "Mainframe" bezeichnet grosse Rechenanlage, wie sie in der Wirtschaft für extrem grossen Anwendungen eingesetzt werden. Typische Branchen sind Banken und Versicherungen, aber auch Automobilhersteller und AI-Anwender. Der Online-Kurs soll nun die Möglichkeit eröffnen, Erfahrungen mit der Programmierung eines Mainframes zu sammeln. Dazu gehören die elementaren Programmieraufgaben wie editieren, übersetzen, binden, laden, ausführen und debuggen, die anhand von Beispielen in der Programmiersprache CoBOL geübt werden. Die Architektur der Mainframes werden sowohl aus Sicht der Rechnerarchitektur wie auch der Anwendersicht beleuchtet. Insbesondere werden die Virtualisierungsmöglichkeiten udn die gängigen Betriebssysteme wie z/OS und Linux auf den Mainframes behandelt. Den Abschluss und Ausblick bildet die Datenhaltung und die Integration in die IT-Systemlandschaft. Inhalt: 0. Begrüßung und Einführung 1. CoBOL Programmierung 2. Einführung Mainframes 3. IBM Mainframe Architektur 4. z/OS 5. Anwendungsprogrammierung 6. Virtualisierung 7. Linux 8. Integration in die IT-Systemlandschaft
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Folgende Kompetenzen werden von den Studierenden erlernt: Fachkompetenz Wissen Kenntnis der wesentlichen Begriffe der Mainframe Programmierung Kenntniss der Programmierparadigmen Identizieren der Vor- und Nachteile des Einsatzes von Mainframes Verstehen Erläutern der Unterschiede zwischen konventioneller und kommerzieller DatenverabeitungSliziieren eines Mainframe-Einsatz-Szenarios Anwenden Anwendung der Programmierwerkzeuge für Mainframes Beherschung der wichtiges Kommandos des Mainframe-OS Organisation der Daten Analysieren Analyse und Konzeption einer Mainframe-Anwendung Evaluieren (Beurteilen)

		Evaluation einer bestehenden Architektur bezüglich der wirtschaftlichen, technologoischen und sozialen Aspekte
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird über StudOn zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 93182	**Mainframe Programmierung II** Mainframe programming II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Sebastian Wind
5	**Inhalt**	Aufbauend auf den Grundlagen der CoBOL-Programmierung und der Bedienung des zOS-Betriebssystems (aus dem Kurs Mainframe Programmierung I) werden nun komplexere Programmierkonstrukte und der Einsatz weiterer Werkzeuge behandelt. Zunächst werden neue Konstrukte zur Datenbehandlung in CoBOL vorgestellt, inkl. Zeichenketten und Dateibehandlung. JCL rundet dann den Progranmnierungsabschnitt ab. Die Datenhaltung geschieht entweder in Dateien oder in Datenbanken, weshalb sich ein Abschnitt über DB, SQL und die Verbindung zu JCL anschliesst. Ein Ausflug zu zLinux zeigt den Einsatz alternativer Betriebssysteme auf der z-Plattform. Die verschiedenen Varianten der Transaktionsverarbeitung stellt das darauf folgende Kapitel dar, u.a. CICS, Liberty, WebSphere, Message Queues, MQ und z/OS-Connect. Den Abschluss bildet ein Ausblick auf aktuelle Trends, z.B. Blockchains.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Folgende Kompetenzen werden von den Studierenden erlernt: Fachkompetenz Analysieren Lernende können ein Problem aus dem bereich Enterprose Computing in einzelne Teile zerlegen und so die Struktur des Problems verstehen. Sie können Widersprüche aufdecken, Zusammenhänge erkennen und Folgerungen ableiten und zwischen Fakten und Interpretationen unterscheiden. Lern- bzw. Methodenkompetenz Das Modul vermittelt sowohl Kompetenzen im selbstorganisierten Lernen, wie auch Erfahrungen mit einer multi-modalen Lernumgebung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird über StudOn verteilt.

1	**Modulbezeichnung** 580491	**Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS)** Nailing your thesis (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis. The course covers the following topics: • Science and society • The research process • Theory building research • Theory validation research • Writing a research thesis/paper • The scientific community Students can choose one or both of two components: • VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block. • PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work. Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students gain an understanding of how science works • Students learn how to perform research work • Students learn how to write a research thesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)

12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 480491	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)** Nailing your thesis (VUE 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis. The course covers the following topics: • Science and society • The research process • Theory building research • Theory validation research • Writing a research thesis/paper • The scientific community Students can choose one or both of two components: • VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block. • PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work. Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students gain an understanding of how science works • Students learn how to perform research work • Students learn how to write a research thesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 93145	**The AMOS Project (PO Role, VUE 5 ECTS)** The AMOS project (PO role)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: The AMOS Project (UE) (2 SWS) Vorlesung: The AMOS Project (VL) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project. Topics covered are: • Agile methods and related software development processes • Scrum roles, process practices, including product and engineering management • Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development • Principles and best practices of open source software development The project is a software development project in which each student team works with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles: • Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS. • Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS. Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented in the run-up to the course. Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned at the beginning of the semester. You must be able to regularly participate in the team meetings. If you can't, do not sign up for this course. Students choosing the software developer role must have prior software development experience. Sign-up and further course information are available at https://amos.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn about software products and software development in an industry context • Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming

		• Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93143	**The AMOS Project (SD Role, VUE 10 ECTS)** The AMOS project (SD role)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: The AMOS Project (UE) (2 SWS) Vorlesung: The AMOS Project (VL) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project. Topics covered are: • Agile methods and related software development processes • Scrum roles, process practices, including product and engineering management • Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development • Principles and best practices of open source software development The project is a software development project in which each student team works with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles: • Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS. • Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS. Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented in the run-up to the course. Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned at the beginning of the semester. You must be able to regularly participate in the team meetings. If you can't, do not sign up for this course. Students choosing the software developer role must have prior software development experience. Sign-up and further course information are available at https://amos.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn about software products and software development in an industry context • Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming

		• Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	For software developer role: OSS-ADAP
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 57025	**Praktische Softwaretechnik** Applied software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Praktische Softwaretechnik (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Ralf Ellner Dr.Ing. Christoph Erhardt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Hindel Prof. Dr. Detlef Kips Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	Software ist überall und Software ist komplex. Nicht triviale Software wird von Teams entwickelt. Oft müssen bei der Entwicklung von Softwaresystemen eine Vielzahl von funktionalen und nicht funktionalen Anforderungen berücksichtigt werden. Hierfür ist eine disziplinierte und ingenieurmäßige Vorgehensweise notwendig. Die Vorlesung "Praktische Softwaretechnik" soll ... • ein Bewusstsein für die typischen Problemstellungen schaffen, die bei der Durchführung umfangreicher Softwareentwicklungsprojekte auftreten, • ein breites Basiswissen über die Konzepte, Methoden, Notationen und Werkzeuge der modernen Softwaretechnik vermitteln und • die Möglichkeiten und Grenzen ihres Einsatzes im Kontext realistischer Projektumgebungen anhand praktischer Beispiele demonstrieren und bewerten. Die Vorlesung adressiert inhaltlich alle wesentlichen Bereiche der Softwaretechnik. Vorgestellt werden unter anderem • traditionelle sowie agile Methoden der Softwareentwicklung, • Methoden der Anforderungsanalyse und des Systementwurfs, • Konzepte der Softwarearchitektur, -implementierung und Dokumentation und • Testen und Qualitätssicherung sowie Prozessverbesserung. Weitere Materialien und Informationen sind hier zu finden: • Zeitplan: http://goo.gl/0fy1T • Materialien: Auf StudOn über den Zeitplan Die Teilnahme ist begrenzt. Bitte registrieren Sie sich zeitig für den Kurs auf StudOn, um sicherzustellen, dass Sie einen Platz erhalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den Unterschied zwischen "Programmieren im Kleinen" und "Programmieren im Großen" (Softwaretechnik) • wenden grundlegende Methoden der Softwaretechnik über den gesamten Projekt- und Produktlebenszyklus an • kennen die Rolle und Zuständigkeiten der Berufsbilder "Projektleiter", "Anforderungsermittler", "Softwareentwickler" und "Qualitätssicherer"
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	siehe http://goo.gl/JSoUbV

1	**Modulbezeichnung** 733977	**Software Architecture (VUE+PROJ 10-ECTS)** Software architecture (VUE+PROJ 10-ECTS)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Martin Jung Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	Die Architektur eines Softwaresystems beschreibt die wesentlichen Komponenten des Systems, ihre Beziehungen und Struktur, sowie das Verhalten und die Dynamik der Beziehungen und Struktur dieser Komponenten. Dieser Kurs vermittelt in einer Vorlesung zunächst die folgenden Aspekte von Softwarearchitektur: • Grundlegende Bausteine und ihre Beziehungen • Softwarearchitekturbeschreibungssprachen • Softwarearchitekturstile und -muster • Bibliotheken, Rahmenwerke und Plattformen • Formale sowie de-facto Industriestandards • Die Softwarearchitekturen von Beispielsystemen • Nicht technische Kriterien in der Architektur • Werkzeuge für Softwarearchitekten • Vorgehensmodelle der Softwarearchitektur • Architekturgetriebene Entwicklung • Die Rolle und Funktion der Softwarearchitektin
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Studierende erwerben ein ganzheitliches Verständnis des Konzepts "Softwarearchitektur" • Studierende erwerben die Befähigung zur Bewertung, Auswahl und Konstruktion problemangemessener Architekturen • Studierende gewinnen Kenntnis von architekturgetriebener Entwicklungsmethodik und entsprechender Werkzeuge • Studierende gewinnen Kenntnis der typischen Verantwortlichkeiten und der Methodik eines Softwarearchitekten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Projekt Modul Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)

12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 386409	**Software Architecture (PROJ 5-ECTS)** Software architecture (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Martin Jung Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	Die Architektur eines Softwaresystems beschreibt die wesentlichen Komponenten des Systems, ihre Beziehungen und Struktur, sowie das Verhalten und die Dynamik der Beziehungen und Struktur dieser Komponenten. Dieser Kurs vermittelt in einer Vorlesung zunächst die folgenden Aspekte von Softwarearchitektur: • Grundlegende Bausteine und ihre Beziehungen • Softwarearchitekturbeschreibungssprachen • Softwarearchitekturstile und -muster • Bibliotheken, Rahmenwerke und Plattformen • Formale sowie de-facto Industriestandards • Die Softwarearchitekturen von Beispielsystemen • Nicht technische Kriterien in der Architektur • Werkzeuge für Softwarearchitekten • Vorgehensmodelle der Softwarearchitektur • Architekturgetriebene Entwicklung • Die Rolle und Funktion der Softwarearchitektin
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Studierende erwerben ein ganzheitliches Verständnis des Konzepts "Softwarearchitektur" • Studierende erwerben die Befähigung zur Bewertung, Auswahl und Konstruktion problemangemessener Architekturen • Studierende gewinnen Kenntnis von architekturgetriebener Entwicklungsmethodik und entsprechender Werkzeuge • Studierende gewinnen Kenntnis der typischen Verantwortlichkeiten und der Methodik eines Softwarearchitekten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 600674	**Softwarearchitektur** Software architecture	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Martin Jung Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	*Modulbezeichnung* • º Dr. Martin Jung º Prof. Dr. Dirk Riehle, M.B.A. º Grundlegende Bausteine und ihre Beziehungen º Softwarearchitekturbeschreibungssprachen º Softwarearchitekturstile und -muster º Bibliotheken, Rahmenwerke und Plattformen º Formale sowie de-facto Industriestandards º Die Softwarearchitekturen von Beispielsystemen º Nicht technische Kriterien in der Architektur º Werkzeuge für Softwarearchitekten º Vorgehensmodelle der Softwarearchitektur º Architekturgetriebene Entwicklung º Die Rolle und Funktion der Softwarearchitektin º Ganzheitliches Verständnis des Konzepts "Softwarearchitektur" º Befähigung zur Bewertung, Auswahl und Konstruktion problemangemessener Architekturen º Kenntnis architekturgetriebener Entwicklungsmethodik und entsprechender Werkzeuge º Kenntnis der typischen Verantwortlichkeiten und der Methodik eines Softwarearchitekten º 5 ECTS: Vorlesung + Übungen º 10 ECTS: Projekt º 10 ECTS: Vorlesung + Übungen º 5 ECTS: mündliche Prüfung - Falls im Prüfungszeitraum des SS2021 auf Grund höherer Gewalt (z.B. Pandemie-Sonderregeln) mündliche Präsenzprüfungen nicht durchgeführt werden können, kommen folgende alternative Prüfungsformen in Frage: - mündliche Fernprüfung - elektronische Klausur 10 ECTS: 5 ECTS (50%) + Projektarbeit (50%) *Unterrichtssprache* Deutsch
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Grundbegriffe der Softwarearchitektur kennen, sowie Beschreibungsarten und -sprachen beherrschen. Verstehen Die Architektur eines Softwaresystems erkennen, darstellen und wiedergeben.

		Anwenden Architekturen im Software-Entwicklungsprozess verwenden, um Qualität und Effizienz zu steigern. Analysieren Bestehende und entstehende Softwarearchitektur hinsichtlich der grundsätzlichen Muster klassifizieren und Alternativen diskutieren. Evaluieren (Beurteilen) Bestehende Software hinsichtlich deren Architektur unter Einbezug der an die Software gestellten Anforderungen bewerten. Dabei spielen sowohl qualitative wie auch quantitative Bewertungen eine Rolle. Erschaffen Erstellung von domänenorientierten, ganzheitlichen Softwaresystemen. Auf der Basis von Anforderungen können die Lernenden nach ingenieursmäßigen Prinzipien Softwaresysteme auch in komplexen Umfeldern entwerfen und kommunizieren, sowie deren Umsetzung planen, anleiten, kontrollieren und fertigstellen. Lern- bzw. Methodenkompetenz Aufbau eigener, auf den persönlichen Stil zugeschnittener Musterkataloge und Beschreibungsformen für Architektur. Selbstkompetenz Möglichkeit, eigene Architekturarbeit zu bewerten und zu hinterfragen. Sozialkompetenz Anleitung von Entwicklungsteams, die Architektur umsetzen sollen. Betreiben bon Stakeholder-Management in Entwicklungsprojekten und zielorientiertes führen kritischer Workshops.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• ° Bass, L., Kazman, R. , Clements, P.; Software Architecture in Practice (SEI Series in Software Engineering); 2012

		° Buschmann, F., Meunier, R., Rohnert, H., Sommerlad, Stal, M.; Pattern-Oriented Software Architecture, Vol. 1: A System of Patterns; 1996 ° Fowler, M.; Patterns of Enterprise Application Architecture; 2002 ° Starke, G.; Effektive Softwarearchitekturen: Ein praktischer Leitfaden; 2015 ° Shaw, M.; Garlan, D.; Software Architecture: Perspectives on an Emerging Discipline; 1996

1	**Modulbezeichnung** 312443	**Software Projektmanagement** Software project management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Software-Projektmanagement (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Hindel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Hindel
5	**Inhalt**	Zahlreiche Statistiken zeigen: Nur wenige Software-Projekte werden erfolgreich (hinsichtlich Zeit-, Budget- und Funktionsvorgaben) abgeschlossen. Sehr viele Projekte werden nur mit erheblichen Defiziten zu Ende gebracht, noch viel zu viele scheitern gänzlich. Oft liegen die Gründe im ungenügenden Projektmanagement. Die Vorlesung gibt einen Überblick zu grundlegenden Disziplinen des Projektmanagements und zeigt deren Wirkungsweisen an Hand von Praxisbeispielen. Gliederung: 1.Einführung Grundbegriffe des Projektmanagements, unterschiedliche Projektgrößen, unterschiedliche Projektarten, Erfolg und Misserfolg in Projekten 2.Projektstart und Planung, Kickoff-Meeting, Anforderungssammlung, Projektstrukturplan, Aufwandsschätzung, Aktivitäten-, Ressourcen- und Kostenplan 3.Projektkontrolle und Steuerung, Fortschrittsüberwachung, Besprechungen, Berichte, Änderungsmanagement 4.Personalmanagement, Der Faktor Mensch, Teamwork, Führungsgrundsätze, Gesprächsstrategien, Konflikte lösen 5.Änderungsmanagement Konfigurationen, Änderungswünsche, Change Control Board, Built- und Release-Mechanismen 6.Qualitäts- und Risikomanagement Qualitätsplan, Audits und Reviews, Risikoermittlung, Risikobewertung und Verfolgung, Gegenmaßnahmen 7.Reifegrad Modelle und Standards CMMI, SPiCE, ISO9001, ISO/IEC12207
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundbegriffe des Projektmanagements • unterscheiden unterschiedliche Projektgrößen, unterschiedliche Projektarten • verstehen die Ursachen für Erfolg und Misserfolg in Projekten • planen selbständig Projekte und organisieren das Kickoff-Meeting • erstellen Anforderungen, Projektstrukturplan, Aufwandsschätzung, Aktivitäten-, Ressourcen- und Kostenplan • verstehen Projektkontrolle und Steuerung, Fortschrittsüberwachung, Besprechungen, Berichte, Änderungsmanagement

		• kennen die Grundzüge des Personalmanagements (Der Faktor Mensch, Teamwork, Führungsgrundsätze, Gesprächsstrategien, Konflikte lösen) • planen und steuern Änderungsmanagement (Konfigurationen, Änderungswünsche, Change Control Board, Built- und Release-Mechanismen) • setzen Qualitäts- und Risikomanagement ein (Qualitätsplan, Audits und Reviews, Risikoermittlung, Risikobewertung und Verfolgung, Gegenmaßnahmen) • kennen die wichtigsten Reifegrad Modelle und Standards (CMMI, SPiCE, ISO9001, ISO/IEC12207)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	- Hindel, Bernd; Hörmann, Klaus; Müller, Markus; Schmied, Jürgen: "Basiswissen Software-Projektmanagement" (dpunkt-Verlag, 2. Auflage 2006) - Hindel, Bernd; Hörmann, Klaus; Müller, Markus; Dittmann, Lars: "SPiCE in der Praxis" (dpunkt-Verlag, 2006) - Hindel, Bernd; Versteegen, Gerhard; Meier, Erich; Vlasan, Adriana: "Prozessübergreifendes Projektmanagement" (Springer Verlag, 2005)

1	**Modulbezeichnung** 189989	**Testen von Softwaresystemen** Testing software systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Norbert Oster
5	**Inhalt**	• Test-Terminologie und Software-Qualität nach ISO/IEC 9126 • Fundamentaler Testprozess • Teststufen im Softwarelebenszyklus • Statischer Test: Reviews • Erfahrungsbasiertes Testen • Black-Box-Testverfahren: Äquivalenzklassen-/Grenzwerttest, Zustandsbezogener Test, Entscheidungstabellentest • Statische Analyse: Daten- und Kontrollflussanomalien • White-Box-Testverfahren: Kontrollflussbasiert, Datenflussbasiert, Bedingungsüberdeckung • Mutationstest • Testmanagement: Planung, Kostenschätzung, Überwachung, Risikobewertung, Priorisierung, Fehlermanagement • Formale Verifikation: Theorem Proving und Model Checking • Quantitative Zuverlässigkeitsbewertung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • unterscheiden die verschiedenen Fachbegriffe aus der Test-Domäne • erläutern die unterschiedlichen Aspekte der Software-Qualität • beschreiben den fundamentalen Testprozess und seine einzelnen Teilaufgaben • erläutern die wichtigsten Aspekte der Testpsychologie und entscheiden auf dieser Basis z.B. über das Testteam • beschreiben die typischen Teststufen und ordnen diese den Phasen im Softwarelebenszyklus zu • stellen die Unterschiede zwischen dynamischem Test, Review und statischer Analyse heraus • unterscheiden verschiedene Review-Arten und veranschaulichen deren typische Arbeitsschritte und Rollen • differenzieren unterschiedliche Formen erfahrungsbasierten Testens • wenden das Verfahren der Äquivalenzklassenbildung an und ermitteln entsprechende Testfälle für den Grenzwerttest • entwickeln Entscheidungstabellen für beliebige Testaufgaben und bestimmen die entsprechenden Testfälle • erläutern typische Daten-/Kontrollflussanomalien an selbst-gewählten Beispielen • unterscheiden verschiedene kontrollfluss-, datenfluss und bedingungsorientierte Testkriterien • wenden die grundlegenden White-Box-Testkriterien an und leiten entsprechende Testfälle ab

		• begründen die Ordnung der White-Box-Überdeckungskriterien in ihrer Subsumptionshierarchie • erläutern das Konzept des Mutationstests zur quantitativen Bewertung der Testgüte • gestalten einen konkreten Testprozess aus der Sicht eines Testmanagers • beschreiben die wichtigsten Facetten des Fehlermanagements • erläutern den Unterschied zwischen Theorem Proving und Model Checking und skizzieren das jeweilige Vorgehen • wenden Theorem Proving auf sequentiellen Code an und skizzieren den Beweis der Interferenzfreiheit bei Nebenläufigkeit • beschreiben Voraussetzungen, Annahmen und Vorgehen bei verschiedenen Arten der quantitativen Zuverlässigkeitsbewertung • entscheiden je nach Art des Softwareprodukts welche Art der quantitativen Zuverlässigkeitsbewertung zulässig ist • nennen die wichtigsten Normen und Standards sowie deren typische Anforderungen • bewerten und benutzen Werkzeuge für verschiedene Testaufgaben
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Spillner, Andreas; Linz, Tilo: Basiswissen Softwaretest, dpunkt-Verlag • Liggesmeyer, Peter: Software-Qualität, Spektrum Verlag • Spillner, Andreas; Roßner, Thomas; Winter, Mario; Linz, Tilo: Praxiswissen Softwaretest - Testmanagement, dpunkt-Verlag • Lyu, Michael R.: Handbook of Software Reliability Engineering, McGraw-Hill

Vertiefungsrichtung Systemsimulation

1	**Modulbezeichnung** 465562	**Advanced Programming Techniques** Advanced programming techniques (lecture and exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Advanced Programming Techniques (4 SWS) Übung: ExAdvPT (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Harald Köstler Richard Angersbach	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Köstler
5	**Inhalt**	Der Inhalt der Vorlesung besteht aus zahlreichen fortgeschrittenen C++-Themen, die ausgerichtet sind auf die richtige und effiziente Nutzung von C++ für eine professionelle Softwareentwicklung. The content of the lecture will consist of various topics of advanced C++ programming, aimed at teaching the proper and efficient usage of C++ for professional software development. These are basic language concepts, the newer standards (starting from C++11), object oriented programming in C++, static and dynamic polymorphism, template metaprogramming, and C++ idioms and design patterns. A good preparation for the lecture is the C++ primer book from S. Lippman et al. One should at least have several hundred hours of programming experience in C/C++ or any related object oriented programming language. Knowledge of basic concepts like pointers, references, inheritance and polymorphism is required.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende können die grundlegenden Sprachkonstrukte in den verschiedenen C++ Standards wiedergeben. Students know the basic language constructs from different C++ standards. Verstehen Lernende verstehen das C++ Objektmodell und können es mit anderen Programmiersprachen vergleichen. Students understand the C++ object model and are able to compare it to other programming languages. Anwenden Lernenden können Standardalgorithmen in einer objektorientierten Programmiersprache implementieren. Students can implement standard algorithms in an object oriented programming language. Analysieren Lernende können gängige Design Patterns klassifizieren und deren Anwendbarkeit für bestimmte Probleme diskutieren. Students are able to classify common design patterns and to discuss their usability for certain problems. Evaluieren (Beurteilen)

		Lernende können entscheiden, welches Software Design passend für eine bestimmte Aufgabe ist. Sie können auch den Implementierungsaufwand dafür abschätzen. Students can decide, which software design fits for a certain task. They are also able to estimate the programming effort for it. Erschaffen Lernende entwickeln selbständig in einer Gruppe ein größeres Softwarepaket im Bereich Simulation und Optimierung. Students develop together in a group a larger software project in the area of simulation and optimization on their own.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• S. Lippman: C++ Primer, Addison-Wesley • S. Meyers: Effective C++ Third Edition, Addison-Wesley • H. Sutter: Exceptional C++, Addison-Wesley

1	**Modulbezeichnung** 661589	**Advanced Simulation Technology** Advanced simulation technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 352989	**Algorithms of Numerical Linear Algebra** Algorithms of numerical linear algebra	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Exercises (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Algorithms of Numerical Linear Algebra (4 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Benjamin Mann Prof. Dr. Ulrich Rüde	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	**Inhalt**	• Vectors • Matrices • Vector Spaces • Matrix Factorizations • Orthogonalisation • Singular Value Decomposition • Eigenvalues • Krylov Space Methods • Arnoldi Method • Lanczos Method • Multigrid
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students apply solid theoretical knowledge for the foundations of modern solution techniques in Computational Engineering.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Elementary Numerical Mathematics • Engineering Mathematics or Equivalent,
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Trefethen, Bau: Numerical Linear Algebra, SIAM 1997

1	**Modulbezeichnung** 768903	**Computational Optics CE and MAOT** Computational optics CE and MAOT	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christoph Pflaum
5	**Inhalt**	Simulation optischer Wellen Finite-Differenzen-Methode zur Lösung der Maxwellschen Gleichungen Strahl-Propagations-Methoden Ratengleichungen für Photonen Anwendung im Bereich der Simulation von Lasern und Dünnschichtsolarzellen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Anwendung unterschiedlicher Simulationstechniken in der Optik Analysieren Analyse der Stabilität von Simulationstechniken Erschaffen Entwicklung von Software zur Simulation von optischen Wellen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 75 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 399607	**High End Simulation in Practice** High end simulation in practice (lecture with exercise)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 44510	**High End Simulation in Practice** High End Simulation in Practice (HESP)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Köstler
5	**Inhalt**	Algorithmen und Datenstrukturen für parallele Strömungssimulation mittels der Lattice Boltzmann Methode in C++. Kopplung von Strömungssimulation und Starrkörpersimulation. Simulation von Partikeln in Strömung. Grundlagen der GPU Programmierung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Grundlegende Gesetze, die zur Simulation von physikalischen Effekten notwendig sind, darlegen. Verstehen Physikalische Grundgleichungen beschreiben. Anwenden Lösungsmethoden für physikalische Gleichungen implementieren. Numerische Algorithmen modifizieren um sie effizient zu parallelisieren. Numerische Algorithmen auf GPUs portieren. Analysieren Parallele Implementierungen auf GPU und CPU strukturieren. Evaluieren (Beurteilen) Simulationsergebnisse validieren. Erschaffen Neue Simulationssoftware für GPU und CPU entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43311	**Practical parallel algorithms with MPI**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Excercises for Practical parallel algorithms with MPI (2 SWS) Vorlesung: Practical parallel algorithms with MPI (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jan Eitzinger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Wellein
5	**Inhalt**	The Message Passing Interface (MPI) is the de-facto standard way to implement applications for HPC clusters. This course will cover the required theoretical background and introduce basic and advanced MPI usage. Topics include: • Introduction to parallel programming and HPC system architecture • MPI Basics: Point to point communication, Derived datatypes, collective communication operations • MPI Advanced topics: Process topologies and MPI IO • MPI parallel software design best practices • Tools and debugging for MPI parallel programming • Benchmarking of MPI runtime environments and applications • Parallelisation of PDE solvers on structured grids on the example of a CFD solver • Parallelisation of particle methods on the example of classical molecular dynamics This course consists of lectures and programming exercises.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • acquire a comprehensive knowledge of parallel programming for distributed memory supercomputers • learn the MPI library interface for point to point and collective communication and derived data types • learn about advanced MPI topics, specifically process topologies and MPI IO • learn how to benchmark, debug and profile MPI applications • parallelize two non-trivial scientific computing applications: A CFD solver on structured grids and a classical molecular dynamics solver
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Experience in C programming and basic knowledge of Linux CLI required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Announcements and materials will be distributed using the NHR Moodle Platform! You can login at NHR Moodle using your IDM credentials (click on SSO Login).

1	**Modulbezeichnung** 43740	**Programmiertechniken für Supercomputer** Programming techniques for supercomputers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Wellein
5	**Inhalt**	• Introduction to the architecture of modern supercomputers • Single core architecture and optimisation strategies • Memory hierarchy and data access optimization • Concepts of parallel computers and parallel computing • Efficient "shared memory parallelisation (OpenMP) • Parallelisation approaches for multi-core processors including GPUs • Efficient "distributed memory parallelisation (MPI) • Roofline performance model • Serial and parallel performance modelling
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • acquire a comprehensive overview of programming modern supercomputers efficiently for numerical simulations • learn modern optimisation and parallelisation strategies, guided by structured performance modelling • acquire an insight into innovative programming techniques and alternative supercomputer architectures • are able to implement basic numerical methods with high hardware efficiency on parallel computers
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmierkenntnisse in C/C++ oder Fortran
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computational Science Series, 2010. ISBN 978-1439811924

		• J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2003. ISBN 1-55860-724-2

1	**Modulbezeichnung** 278169	**Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial)** Programming techniques for supercomputers (lecture and tutorial)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Wellein
5	**Inhalt**	• Introduction to the architecture of modern supercomputers • Single core architecture and optimisation strategies • Memory hierarchy and data access optimization • Concepts of parallel computers and parallel computing • Efficient "shared memory parallelisation (OpenMP) • Parallelisation approaches for multi-core processors including GPUs • Efficient "distributed memory parallelisation (MPI) • Roofline performance model • Serial and parallel performance modelling • Energy efficient implementation and execution of parallel programs
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • acquire a comprehensive overview of programming modern supercomputers efficiently for numerical simulations • learn modern optimisation and parallelisation strategies, guided by structured performance modelling • acquire an insight into innovative programming techniques and alternative supercomputer architectures • are able to implement basic numerical methods with high hardware efficiency on parallel computers • are able to program and use modern supercomputer with high (energy) efficiency
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Experience in C/C++ or Fortran programming required; basic knowledge of MPI and OpenMP programming
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computational Science Series, 2010. ISBN 978-1439811924 J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2003. ISBN 1-55860-724-2

1	**Modulbezeichnung** 43370	**Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1** Simulation and scientific computing 1	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (2 SWS) Übung: Tafelübung zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung zu Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (2 SWS) Übung: Rechnerübung zu Simulation und wissenschaftliches Rechnen 1 (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Christoph Pflaum Dominik Thönnes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christoph Pflaum Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	**Inhalt**	• Performance Optimierung für numerische Algorithmen • OpenMP Parallelisierung • Finite Differenzen Diskretisierung im Ort • Praktische Abschätzung des Diskretisierungsfehlers und der Konvergenzgeschwindigkeit numerischer Verfahren • Software Entwicklung im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens • MPI Parallelisierung • Finite Differenzen Diskretisierung für zeitabhängige Probleme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen Techniken zur Optimierung von Algorithmen im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens • lernen selbständig Algorithmen auf Parallelrechnern zu implementieren und zu optimieren • lernen theoretisch die Stabilität von numerischen Algorithmen zu untersuchen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung ist ein Modul im Bereich Numerik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: G. Hager und G. Wellein, Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, CRC Press, 2010. • Lehrbuch: Goedecker und Adolfy Hoisie. Performance Optimization of Numerically Intensive Codes, SIAM, 2001. • Lehrbuch: Gropp, Lusk, Skjellum, Using MPI. The MIT Press, 1999. • Lehrbuch: Alexandrescu, Modern C++ Design, Generic Programming and Design Patterns. Addison-Wesley, 2001. • Lehrbuch: Burden, Faires, Numerical Analysis, Brooks, 2001. • Lehrbuch: Chandra at. al., Programming in OpenMP, Academic Press, 2001.

1	**Modulbezeichnung** 43871	**Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 2**	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christoph Pflaum
5	**Inhalt**	• Einführung in Mehrgitterverfahren • Theorie und Anwendung der Methode der finiten Elemente • Implementierung von Finite Elemente Verfahren • allegmeine 3-dimensionale Diskretisierungsgitter • Fluiddynamik, Finite Differenzen und Lattice Boltzmann Verfahren • Finite Elemente in der Strukturmechanik • Numerische Lösung der Maxwell'schen Gleichungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen verschiedene numerische Verfahren zum Lösen partieller Differentialgleichungen kennen • lernen grundlegende Kenntnisse zur Implementierung der entsprechenden Algorithmen • werden in die Entwicklung von Simulationstechniken im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens, die • Analyse und Entwicklung von Diskretisierungen für partielle Differentialgleichungen • und die Entwicklung von Software im Bereich des wissenschaftlichen Rechnens eingeführt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Solides Hintergrundwissen in Ingenieurmathematik und einer höheren Programmiersprache (vorzugsweise C/C++)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Briggs, Henson, McCormick, A Multigrid Tutorial. SIAM, ISBN 0-89871-462-1.

		• Strang, Fix, An Analysis of the Finite Element Method. Wellesley-Cambridge Press, ISBN 0-9614088-8-X. • Axelsson, Barker, Finite Element Solution of Boundary Value Problems. Siam, ISBN 0-89871-499-0. • Braess, Finite Elemente. Springer, ISBN 3-540-61905-4. • Braess, Finite elements. Cambridge University Press, ISBN 0521011957. • Großmann, Roos, Numerik partieller Differentialgleichungen. Teubner, ISBN 3-519-02089-0. • Großmann, Roos, Numerische Behandlung partieller Differentialgleichungen. Teubner, ISBN 3-519-22089-X. • Grossmann, Roos, Stynes, Numerical treatment of partial differential equations. Springer, ISBN 978-3-540-71582-5.

Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik

1	**Modulbezeichnung** 93169	**Advanced Mechanized Reasoning in Coq** Advanced mechanized reasoning in Coq	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.habil. Tadeusz Litak
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (50%) Übungsleistung (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 861501	**Algebra des Programmierens** Algebra of programming (lecture with practical)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Algebra des Programmierens (4 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Milius	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl.Prof.Dr. Stefan Milius
5	**Inhalt**	Induktive Datentypen wie z.B. Listen, Stacks und Bäume werden abstrakt beschrieben. Strukturelle Induktion und Rekursion für solche Datentypen (z.B. die fold-Operation auf Listen) werden auf Grundlage der Initiale-Algebra-Semantik entwickelt. Dadurch werden verschiedene effektive Programmiertricks auf eine solide mathematische Grundlage gestellt. Grundlagen und Methoden der Kategorientheorie werden eingeführt und erklärt, insbesondere initiale Algebren und ihre Konstruktion. Evtl. werden Koalgebren behandelt, die es ermöglichen, verschiedene zustandsbasierte Systeme und ihre Semantik in einer einheitlichen Theorie zu studieren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu induktiven Datentypen, zustandsbasierten Systemen und grundlegenden kategoriellen Begriffen wieder Verstehen Die Studierenden • erklären grundlegende Begriffe und Konzepte der Kategorientheorie • beschreiben Beispiele dieser Begriffe und Konzepte • erläutern grundlegende kategorielle Ergebnisse und deren Beweise Anwenden Die Studierenden • wenden strukturelle Induktionsprinzipien (Definitions- und Beweisprinzip) auf Programmierbeispiele an • wenden strukturelle Koinduktionsprinzipien (Definitions- und Beweisprinzip) auf festgelegte Typen von zustandbasierten Systemen (Koalgebren) an • übertragen kategorielle Begriffe auf verschiedene Spezialfälle der Informatik (abstrakte Datentypen und verschiedene Arten von Automaten) Analysieren Die Studierenden analysieren kategorielle Beweise, diskutieren die entsprechenden Argumentationen und legen diese schriftlich klar nieder. Erschaffen Die Studierenden

		• arbeiten strukturelle Induktions- und Koinduktionsprinzipien für neue Datentypen und zustandsbasierte Systeme als Spezialfall der Initiale-Algebra-Semantik und Terminale-Koalgebra-Semantik aus • kreieren kategorielle Begriffe, die Konzepte von konkreten Datentypen und Systemen abstrahieren Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden • beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. • vollziehen mathematische Argumentationen nach, erklären diese, führen diese selbst und legen sie schriftlich nieder Sozialkompetenz Die Studierenden lösen Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit und präsentieren erarbeitete Lösungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 42 h Eigenstudium: 183 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R. Bird and O. de Moor: Algebra of Programming, Prentice Hall, 1996. • J. Adamek, H. Herrlich and G.E. Strecker: Abstract and Concrete Categories: The Joy of Cats, 2nd edition, Dover Publishers, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 787141	**Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie** Algebraic and logical aspects of automata theory	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 247639	**Approximationsalgorithmen** Approximation algorithms	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	Für viele kombinatorische Optimierungsprobleme hat sich herausgestellt, daß sie vermutlich nicht durch schnelle exakte Algorithmen gelöst werden können, weshalb man sich mit Näherungslösungen zufrieden geben muß. In dieser Vorlesung werden Approximationsalgorithmen vorgestellt, die für eine Reihe populärer Optimierungsprobleme beweisbar gute Lösungen in vertretbarer Zeit berechnen. Im ersten Teil der Veranstaltung werden die grundlegenden Begriffe vorgestellt, mit Beispielalgorithmen ausgeführt und jeweils die Grenzen aufgezeigt. Im zweiten Teil werden allgemeine Techniken eingeführt und anhand instruktiver Beispiele mit Leben erfüllt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen fortgeschrittene Konzepte für die approximative Lösung kombinatorischer Optimierungsproblem kennen und wie sie sie einsetzen können, um konkrete Anwendungsprobleme zu bearbeiten. Sie kennen dazu konkrete Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, Gesetzmäßigkeiten und Theorien und lernen, wie die berechneten Lösungen analysiert und qualitativ mit der unbekannten optimalen Lösung in eine mathematisch Beziehung gesetzt werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Module "Einführung in die Algorithmik" bzw. "Algorithmen und Datenstrukturen" und das Modul "Berechenbarkeit und Formale Sprachen".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch

16	**Literaturhinweise**	- R. Wanka. Approximationsalgorithmen - Eine Einführung. Teubner, 2007. - K. Jansen, M. Margraf. Approximative Algorithmen und Nichtapproximierbarkeit. de Gruyter, 2008. - G. Ausiello, P. Crescenzi, G. Gambosi, V. Kann, A. Marchetti-Spaccamela, M. Protasi. Complexity and Approximation -- Combinatorial Optimization Problems and Their Approximability Properties. Springer, 1999. - E. W. Mayr, H. J. Prömel, and A. Steger (Hrsg.). Lectures on Proof Verification and Approximation Algorithms. Springer, 1998. - V. V. Vazirani. Approximation Algorithms. Springer, 2001.

1	**Modulbezeichnung** 806144	**Beschreibungslogik und formale Ontologien** Description Logics and Formal Ontologies	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Algorithmen für Aussagenlogik • Tableaukalküle • Anfänge der (endlichen) Modelltheorie • Modal- und Beschreibungslogiken • Ontologieentwurf
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen der Syntax und Semantik verschiedener WIssensrepräsentationssprachen wieder und legen wesentliche Eigenschaften hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität und Ausdrucksstärke dar. Anwenden Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf Beispielformeln an. Sie stellen einfache Ontologien auf und führen anhand der diskutierten Techniken Beweise elementarer logischer Metaeigenschaften. Analysieren Die Studierenden klassifizieren Logiken nach grundlegenden Eigenschaften wie Ausdrucksstärke und Komplexität. Sie wählen für ein gegebenes Anwendungsproblem geeignete Formalismen aus. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M Krötzsch, F Simancik, I Horrocks; A description logic primer, arXiv, 2012 • F. Baader et al. (ed.): The Description Logic Handbook, Cambridge University Press, 2003 • M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2004 • L. Libkin: Elements of Finite Model Theory, Springer, 2004

1	**Modulbezeichnung** 843472	**Effiziente kombinatorische Algorithmen** Efficient combinatorial algorithms	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-EffAlg (2 SWS) Vorlesung: Effiziente kombinatorische Algorithmen (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden effiziente exakte Algorithmen für diskrete Probleme vorgestellt. Zuerst werden nichttriviale tiefensuchbasierte Linearzeitverfahren für die Berechnung zweifacher Zusammenhangskomponenten auf ungerichteten Graphen und starker Zusammenhangskomponenten auf gerichteten Graphen untersucht. Danach werden Polynomialzeit-Verfahren zur Berechnung maximaler Flüsse präsentiert. Eine Einführung in den Entwurf und die Analyse parametrisierter Algorithmen an Hand des Vertex-Cover-Problems und eine Einführung in den Bereich der sog. mild-exponentiellen Algorithmen für das Erfüllbarkeitsproblem und weiterer NP-vollständiger Probleme runden das Modul ab.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen moderne fortgeschrittene Konzepte für die schnelle exakte Lösung kombinatorischer Optimierungsproblem kennen und wie sie sie einsetzen können, um konkrete Anwendungsprobleme zu bearbeiten. Sie kennen dazu konkrete fachspezifische Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, Gesetzmäßigkeiten und Theorien und lernen und wie die berechneten Lösungen analysiertt und qualitativ eingeordnet werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Module "Einführung in die Algorithmik" bzw. "Algorithmen und Datenstrukturen" und das Modul "Berechenbarkeit und Formale Sprachen".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch

		• A. V. Aho, J. E. Hopcroft, J. D. Ullman. The Design and Analysis of Computer Algorithms. Addison-Wesley, 1975. • Venkatesh Raman, Saket Saurabh, Somnath Sikdar. Efficient Exact Algorithms through Enumerating Maximal Independent Sets and Other Techniques. Theory of Computing Systems 41 (2007) 563-587. • Frank Gurski, Irene Rothe, Jörg Rothe, Egon Wanke. Exakte Algorithmen für schwere Graphenprobleme. Springer 2010.
16	**Literaturhinweise**	• Sven Oliver Krumke, Hartmut Noltemeier. Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen. Vieweg +Teubner, 2. Auflage 2009. • Thomas H. Cormen, Charles E. Leiserson, Ronald L. Rivest, Clifford Stein. Introduction to Algorithms (2nd Edition). MIT Press, 2001. • Fedor V. Fomin, Dieter Kratsch. Exact Exponential Algorithms. Springer, 2010. • Volker Heun. Grundlegende Algorithmen. Vieweg, 2. Auflage 2003. • Juraj Hromkovic. Algorithmics for Hard Problems. Springer, 2001. • Stephan Hußmann, Brigitte Lutz-Westphal (Hrsg.). Kombinatorische Optimierung erleben. Vieweg, 2007. • Jon Kleinberg, Eva Tardos. Algorithm Design. Pearson / Addison Wesley, 2006. • Sven Oliver Krumke, Hartmut Noltemeier. Graphentheoretische Konzepte und Algorithmen. Vieweg +Teubner, 2. Auflage 2009. • Christos H. Papadimitriou, Kenneth Steiglitz. Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity. Dover Publications, 1998. • Volker Turau. Algorithmische Graphentheorie. Oldenbourg, 3. Auflage 2009. • Vöcking et al. (Hrsg.) Taschenbuch der Algorithmen. Springer 2008.

1	**Modulbezeichnung** 151316	**Formale Methoden der Softwareentwicklung** Formal methods of software development	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.habil. Tadeusz Litak
5	**Inhalt**	In the first part of the course, we will engage in the formal verification of reactive systems. Students learn the syntax and semantics of the temporal logics LTL, CTL, and CTL** and their application in the specification of e.g. safety and liveness properties of systems. Simple models of systems are designed and verified using model checkers and dedicated frameworks for asynchronous and synchronous reactive systems, and the algorithms working in the background are explained. The second part of the course focuses on functional correctness of programs; more precisely, we discuss the theory of pre- and postconditions, Hoare triples, loop invariants, and weakest (liberal) preconditions, in order to introduce automatised correctness proofs using the Hoare calculus.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students are going to acquire the following competences: Fachkompetenz Wissen • Reproduce the definition of syntax and semantics of temporal logics LTL, CTL, and CTL**. • Reproduce the definition of semantics of a simple programming languages like IMP, with special focus on axiomatic semantics (Hoare rules). • Explain how CTL can be characterised in terms of fixpoints. Verstehen The students understand the workings of state of the art automatic frameworks, clarifying the role of model checking algorithms, semantics and Hoare calculi in formal verification. Anwenden In a series of exercises, the students use state of the art tools for • model checking • specification and verification of reactive systems, • verification of functional correctness or memory safety of simple programs. Analysieren • Choose the optimal tool for a given verification or specification problem. • Differentiate between safety and liveness properties.

		• Contrast several related temporal logics (LTL, CTL, CTL**) and properties expressible/inexpressible in each of them.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• G. Winskel: The Formal Semantics of Programming Languages: An Introduction, The MIT Press, 1993. • M. Huth, M. Ryan: Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2. Aufl., 2004.

1	**Modulbezeichnung** 43230	**Functional Analysis for Engineers** Functional analysis for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises: Functional Analysis for Engineers 2 (Wednesday) (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Functional Analysis for Engineers (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Souryadeep Saha Riccarda Scherner-Grießhammer Prof. Dr. Christoph Pflaum	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christoph Pflaum
5	**Inhalt**	• vector spaces, norms, principal axis theorem • Banach spaces, Hilbert spaces • Sobolev spaces • theory of elliptic differential equations • Fourier transformation • distributions
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn advanced methods in linear algebra and basic concepts of functional analysis. Furthermore, students learn applications in solving partial differential equations. The course teaches abstract mathematical structures.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.

1	**Modulbezeichnung** 44640	**Introduction to Dependently Typed Programming** Introduction to Dependently Typed Programming (IDenT)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Sergey Goncharov
5	**Inhalt**	The course provides an introduction to dependently typed programming using Agda as the running programming language for practical exercises. The idea of the course is to present theoretical and practical aspects of dependent type theory through the lens of logic, programming, their connection via the propositions-as-types paradigm and explore the applications of these concepts to functional programming and verification.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Students demonstrate an understanding of the role of dependent types and the propositions-as-types paradigm in the context of functional programming and as a semantic mechanism for programming and system specification; Students reproduce the main definitions and results on dependent type semantics and higher order logic, and explain them from a programming perspective. Anwenden Students use dependent types to formalise examples, formulate and prove the corresponding verification goals. Students use their theoretic knowledge in dependent type theory for implementing practical problems in concrete programming languages, specifically in Agda. Analysieren Students analyse programming challenges, reduce larger tasks to subtasks and correspondingly organise their implementations in a modular fashion, by using the available abstraction mechanisms of dependently typed programming. Students formulate and prove verification goals in a modular way and use interactive mechanisms of the Agda programming environment both to conduct the proofs and to facilitate the development process. Selbstkompetenz Students will be regularly provided with small challenges in form of exercises to be able to have a gradual progress with the lecture material.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 25, benotet, 7.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %

		Weitere Erläuterungen: Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu 50% aus der Note für die Bearbeitung von 6 Übungsaufgabenblättern zusammen. Prüfungssprache: Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ulf Norell and James Chapman. Dependently Typed Programming in Agda. • Ana Bove and Peter Dybjer. Dependent Types at Work. • Ana Bove, Peter Dybjer, and Ulf Norell. A Brief Overview of Agda - A Functional Language with Dependent Types • Yoshiki Kinoshita. On the Agda Language • Anton Setzer. Lecture notes on Interactive Theorem Proving. • Daniel Peebles. Introduction to Agda. Video of talk from the January 2011 Boston Haskell session at MIT. • Conor McBride. Introduction to Dependently Typed Programming using Agda. • Andreas Abel. Agda lecture notes. • Jan Malakhovski. Brutal [Meta]Introduction to Dependent Types in Agda • Thorsten Altenkirch. Computer Aided Formal Reasoning • Daniel Licata. Dependently Typed Programming in Agda • Tesla Ice Zhang. Some books about Formal Verification in Agda (in Chinese) • Phil Wadler. Programming Languages Foundations in Agda • Aaron Stump. Verified Functional Programming in Agda • Diviánszky Péter. Agda Tutorial • Musa Al-hassy. A slow-paced introduction to reflection in Agda

1	**Modulbezeichnung** 173107	**Kommunikation und Parallele Prozesse** Communication and parallel processes	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Beschriftete Transitionssysteme • Prozessalgebren • Starke und schwache Bisimulation • Das Linear-Time/Branching-Time-Spektrum • Partition Refinment • Hennessy-Milner-Logik • Modaler mu-Kalkül
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu reaktiven Systemen wieder. Verstehen Die Studierenden • erläutern semantische Grundbegriffe, insbesondere Systemtypen und Systemäquivalenzen, und identifizieren ihre wesentlichen Eigenschaften • erläutern die Syntax und Semantik von Logiken und Prozesskalkülen • fassen wesentliche Metaeigenschaften von Logiken und Prozesskalkülen zusammen. Anwenden Die Studierenden • übersetzen Prozessalgebraische Terme in ihre denotationelle und operationelle Semantik • prüfen Systeme auf verschiedene Formen von Bsimilarität • prüfen Erfüllheit modaler Fixpunktformeln in gegebenen Systemen • implementieren nebenläufige Probleme in Prozessalgebren • spezifizieren das Verhalten nebenläufiger Prozesse im modalen mu-Kalkül. Analysieren Die Studierenden • leiten einfache Meta-Eigenschaften von Kalkülen her • wählen für die Lösung gegebener nebenläufiger Probleme geeignete Formalismen aus Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden

		• vergleichen prozessalgebraische und logische Kalküle hinsichtlich Ausdrucksmächtigkeit und Berechenbarkeitseigenschaften • hinterfragen die Eignung eines Kalküls zur Lösung einer gegebenen Problemstellung Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. Sozialkompetenz Die Studierenden lösen abstrakte Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Robin Milner, Communication and Concurrency, Prentice-Hall, 1989 • Julian Bradfield and Colin Stirling, Modal mu-calculi. In: Patrick Blackburn, Johan van Benthem and Frank Wolter (eds.), The Handbook of Modal Logic, pp. 721-756. Elsevier, 2006. • Jan Bergstra, Alban Ponse and Scott Smolka (eds.), Handbook of Process Algebra, Elsevier, 2006. • L. Aceto, A. Ingolfsdottir, K. Larsen and J. Srba, Reactive Systems, Cambridge University Press, 2011

1	**Modulbezeichnung** 984981	**Modallogik** Modal logic	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Relationale Modallogiken • Ausdrücksstärke • Aximoatisierung und Vollständigkeit • Entscheidbarkeit und Komplexität • Programmverifikation mittels dynamischer und temporaler Logiken • Modaler mu-Kalkül • Koalgebraische Logik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegede Definitionen, Axiomatisierungen und Resultate aus der Metatheorie der Modallogik wieder. Anwenden Die Studierenden führen beispielhaft Beweise in modallogischen Deduktionssystemen und wenden modallogische Schlussfolgerungsalgorithmen korrekt an. Sie instanziieren gängige Vollständigkeitskritierien auf konkrete Modallogiken. Analysieren Die Studierenden teilen Logiken gemäß ihrer metalogischen Eigenschaften wie Axiomatisierbarkeit, Entscheidbarkeit oder Komplexität ein; sie wählen für gegebene Anwendungszwecke geeignete Logiken aus. Erschaffen Die Studierenden führen selbständig metatheoretische Beweise über Modallogiken. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten selbständig formale Beweise. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen erfolgreich zusammen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Sally Popkorn, |First Steps in Modal Logic|, 314 pages, Cambridge University Press, 1994. Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema, |Modal Logic|, 554 pages, Cambridge University Press, 2001. Alexander Chagrov and Michael Zakharyashev, |Modal Logic|, 605 pages, Oxford University Press, 1997.

1	**Modulbezeichnung** 845618	**Monad-Based Programming** Monad-based programming	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Sergey Goncharov
5	**Inhalt**	Der Kurs bietet einen Hintergrund zu verschiedenen Themen der Funktionale Programmierung. Als Leitparadigma wird die monadenbasierte funktionale Programmierung gewählt. Die Idee des Kurses ist es, klare berechnungsbezogene Einblicke in verschiedene Konzepte der Semantik und Programmierung zu geben und diese durch konkrete Implementierungen in der Programmiersprache Haskell zu üben. Zu diesem Zweck werden im Kurs die Sprache und der prinzipielle Ansatz der Kategorientheorie umfassend motiviert und verwendet. Schlüsselwörter: Monaden, Funktionale Programmierung, Kategorientheorie, Haskell, Equational reasoning; Kursseite: https://www8.cs.fau.de/monad-based-programming/
6	**Lernziele und Kompetenzen**	# Fachkompetenz ## Wissen Die Studierenden zeigen Verständnis der Rolle von Monaden im Kontext der funktionalen Programmierung und als semantisches Werkzeug für die Programmierung und Softwarespezifikation. Die Studierenden geben die wichtigsten Definitionen und Ergebnisse über Monaden, Monadenkombinationen und anderen kategorischen Konstrukten, sowie Produkte, Koprodukte, Funktoren, applikative Funktoren, exponentielle Objekte, wieder und erklären sie aus der Perspektive der Programmierung. ## Anwenden Die Studierenden verwenden den monadenbasierten Ansatz, um Beispiele mit verschiedenen Arten von Recheneffekten als Monaden zu formalisieren. Die Studierenden verwenden Monaden für die praktische Programmierung in Programmiersprachen, insbesondere in Haskell. ## Analysieren Die Studierenden identifizieren verschiedene Berechnungseffekte als Monaden und behandeln Probleme aus verschiedenen semantischen Domänen (zustandsabhängig, nichtdeterministisch, Ausnahmeverhalten) in geeigneter Weise und erstellen eine monadenbasierte Softwareimplementierung.

		Selbstkompetenz Die Studenten werden regelmäßig mit kleinen Herausforderungen in Form von Übungen versorgt, um einen allmählichen Fortschritt mit dem Vorlesungsmaterial zu erzielen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Als empfohlene Voraussetzung ist "Grundlagen der Logik in der Informatik" ausreichend. Alternativ sind allgemeine mathematische und logische Grundkenntnisse, die Sie auf jegliche Art und Weise erworben haben, ebenfalls geeignet. Stellen Sie sicher, dass Sie die folgenden Beispielfragen sicher beantworten können, um zu beurteilen, ob der Kurs für Sie geeignet ist (eine richtige Antwort muss nicht eindeutig sein, aber wenn Sie die Frage im Wesentlichen verstehen, sollte es kein Problem sein): - Wann sind zwei Funktionen, sagen wir f und g, von einer Menge A zu einer Menge B gleich? - Wann sind zwei Mengen gleich? - Wann eine Relation zwischen zwei Mengen A und B eine Funktion ist? - Wenn eine Implikation A -> B falsch ist, muss dann auch A falsch sein? Muss B falsch sein? - Verstehen Sie das Prinzip des "Beweis durch Widerspruch"? - Was ist das (Kartesische) Produkt von zwei Mengen? - Was ist eine disjunkte Vereinigung von zwei Mengen? - Was ist das Prinzip der vollständigen Induktion? - Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen endlichen binären Bäumen und Termen über einer finitären Signatur. Welche Aritäten die beteiligten Operationen haben werden? - Was sind Boolesche Konstanten? - Wie lautet die Definition der Fakultätsfunktion? Wie lautet die Definition der Fibonacci-Zahlen? - Wie lautet die Formel zur Berechnung der Summe der vollen Quadrate $1^2 + ... + n^2$? - Was ist die Definition einer teilweise geordneten Menge? - Was ist eine Äquivalenz?
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 7.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0% weitere Erläuterungen: Die Modulnote setzt sich zu 50% aus dem Ergebnis einer 30-minütigen mündlichen Prüfung am Semesterende und zu

		50% aus der Note für die Bearbeitung von 6 Übungsaufgabenblättern zusammen. Prüfungssprache: Englisch oder Deutsch
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 599478	**Praktische Semantik von Programmiersprachen** Practical semantics of programming languages	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.habil. Tadeusz Litak
5	**Inhalt**	We study the foundations of the imperative and functional languages, including semantics and type systems. The special feature of this course is that theory is done in a very practical and hands-on way: we not just prove, but program all the results from first-principles. The basic tool used in the course is Coq proof assistant, which can be regarded as a functional programming language in its own right. It has been used, for example, to verify correctness of Java Card technology, C compilers or, more recently, fragments of x86 architecture.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen The students explain the basics of both programming semantics and proof assistants, in particular Coq. Verstehen The students prove theorems using a proof assistant. Anwenden The students transfer proofs into programs and programs into proofs. Analysieren The students examine behaviour of simple programs using formal semantics Evaluieren (Beurteilen) The students evaluate the role played by logic and type theory in scientific approach to programming. Erschaffen The students provide formal semantics to a simple programming language.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Online book "Software Foundations" http://www.cis.upenn.edu/~bcpierce/sf/ Online books by Adam Chlipala: "Certified Programming with Dependent Types" http://adam.chlipala.net/cpdt/ and "Formal Reasoning About Programs" http://adam.chlipala.net/frap/ Supplementary reading on the theory of programming: Types and Programming Languages Benjamin C. Pierce, The MIT Press Supplementary reading on Coq: Interactive Theorem Proving and Program Development Coq'Art: The Calculus of Inductive Constructions Series: Texts in Theoretical Computer Science. An EATCS Series Bertot, Yves, Casteran, Pierre

1	**Modulbezeichnung** 164985	**Randomisierte Algorithmen** Randomised algorithms	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	Bei der Lösung kombinatorischer oder zahlentheoretischer Probleme ist es oft möglich, durch Würfeln schnell und einfach mit hoher Wahrscheinklichkeit oder im Durchschnitt zu hervorragenden Lösungen zu kommen. In diesem Modul lernen wir Konzepte wie die Probabilistische Methode, Irrläufe (Random Walks) und Varianzanalysen von Zufallsprozessen kennen und wenden sie auf graphentheoretische Probleme und effiziente Datenstrukturen an. Zu den vorgestellten Inhalten gehören u.a.: • Schnelle Wiederholung wahrscheinlichkeitstheoretischer Begriffe und Resultate • Das Pólyasche Urnen-Modell und Chernoff-Schranken • Die Probabilistische Methode und ihre Anwendung auf die Berechnung maximaler Schnitte und unabhängiger Mengen und die Anwendung der Probabilistischen Methode zum Beweis der Lovász-Local-Lemma • Random Walks und ihre Anwendung auf das Erfüllbarkeitsproblem • Approximate Counting und die Markov-Chain-Monte-Carlo-Methode Neueste Ergebnisse dieses Forschungsgebietes werden inhaltlich in das Modul eingebunden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen moderne fortgeschrittene Konzepte für die schnelle Lösung kombinatorischer Optimierungsproblem mithilfe zufallsbasierter Algorithmen kennen und wie sie sie einsetzen können, um konkrete Anwendungsprobleme zu bearbeiten. Sie kennen dazu konkrete fachspezifische Einzelheiten wie Begriffe, Definitionen, Fakten, Gesetzmäßigkeiten und Theorien und lernen und wie die berechneten Lösungen analysiertt und qualitativ eingeordnet werden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Module "Einführung in die Algorithmik" bzw. "Algorithmen und Datenstrukturen" und das Modul "Berechenbarkeit und Formale Sprachen".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Michael Mitzenmacher, Eli Upfal: Probability and Computing - Randomization and Probabilistic Techniques in Algorithms and Data Analysis (2nd ed.). Cambridge University Press, 2017 • Juraj Hromkovic. Randomisierte Algorithmen. Teubner, 2004. • Rajeev Motwani, Prabhakar Raghavan: Randomized Algorithms. Cambridge University Press, 1995.

1	**Modulbezeichnung** 44500	**Swarm Intelligence**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	Swarm Intelligence (SI) is the design and deployment of self-organizing systems that dynamically adapt to their respective environmental needs. These systems are characterized by the fact that they feature the so-called self-*-properties, i.e., they are self-configuring, self-optimizing, self-healing, self-protecting, self-explanatory, ... Structures and methods of biological and other natural systems are chosen as models for such technical systems. In this module, Particle Swarm Optimization, Ant Algorithms, Web Search, and Evolutionary Algorithms are introduced and, as far as possible, mathematically analyzed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn advanced concepts of the current topic of swarm intelligence and how they can be successfully applied to solve continuous and discrete optimization problems and to data analysis. For this purpose, they know concrete details such as terms, definitions, facts, regularities and theories and learn how to apply the concepts to concrete problems, how to adjust the methods to the use case and how to analyze the computed solutions.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• Ch. Müller-Schloer, Ch. von der Malsburg, R. P. Würt. Organic Computing. Informatik-Spektrum, Band 27, Nummer 4, S. 332-336. • I. C. Trelea. The particle swarm optimization algorithm: convergence analysis and parameter selection. Information Processing Letters 85 (2003) 317-325. • J. M. Kleinberg. Authoritative sources in a hyperlinked environment. Journal of the ACM 46 (1999) 604-632. • M. Dorigo. V. Maniezzo. A Colorni. Ant system: an autocatalytic optimizing process. Technical Report 91-016, Politecnico di Milano, 1991. • A. Badr. A. Fahmy. A proof of convergence for Ant algorithms. Information Sciences 160 (2004) 267-279. • M. Clerc. J. Kennedy. The particle swarm - Explosion, stability, and convergence in a multidimensional complex space. IEEE Transactions on Evolutionary Computation 8 (2002) 58-73

Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme

1	**Modulbezeichnung** 768129	**Betriebssysteme und Betriebssystemtechnik (Vorlesungen mit erweiterten Übungen)** Operating systems and systems software engineering (lectures with extended labs)	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 451058	**Betriebssysteme und Betriebssystemtechnik (Vorlesungen mit Übungen)** Operating Systems and Systems Software Engineering	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 834599	**Betriebssysteme und Echtzeitsysteme (Vorlesungen mit erweiterten Übungen)** Lecture and tutorial: Operating systems and real-time systems	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 341400	**Betriebssysteme und Echtzeitsysteme (Vorlesungen mit Übungen)** Lecture and tutorial: Operating systems and real-time systems	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 820947	**Betriebssysteme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Operating systems (lectures with extend exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebssysteme (2 SWS) Übung: BS-RÜ (0 SWS) Übung: BS-EÜ (4 SWS)	2,5 ECTS - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Maximilian Ott Phillip Raffeck Dustin Nguyen Jonas Rabenstein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Inhalt des Moduls ist Vermittlung grundlegender Konzepte, Methoden und Techniken von Betriebssystemen aus dem Blickwinkel einer Betriebssystementwicklerin. Im Rahmen der Übungen entwickeln die Studierenden in einem "bottom-up" Entwurf- und Entwicklungsprozess ihr eigenes Mehrkernbetriebssystem für die IA-32 Platform, ausgehend von der "nackten Hardware" über grundlegende Ein-Ausgabemöglichleiten, Unterbrechungsbearbeitung bis hin zu quasi- und echtparalleler Programmausführung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - erläutern den Startvorgang eines Rechensystems am Beispiel eines x86/x86_64-PCs. - beschreiben die spezifischen Herausforderungen bei der Softwareentwicklung für "bare metal". - beschreiben den Ablauf einer Unterbrechungsbehandlung von der Hardware bis zur (System-)software. - skizzieren Besonderheiten und Strategien der Unterbrechungsbehandlung in Hardware für Mehrkernsystemen am Beispiel des IA32-APICs. - diskutieren die Aufgabenteilung zwischen Hardware und Systemsoftware bei der Unterbrechungsbearbeitung. - unterscheiden die verschiedenen Typen von Kontrollflüssen in einem Betriebssystem anhand des Ebenenmodells. - unterscheiden harte, mehrstufige, und weiche Verfahren zur Unterbrechungssynchronisation in Betriebssystemen und können diese für ein Mehrkernsystem implementieren. - klassifizieren konkrete Konkurrenzsituationen anhand des Ebenenmodels und leiten daraus geeignete Synchronisationsmaßnahmen ab. - schildern die IA32-Architektur und gängige PC-Technologie und deren Schnittstellen zur Systemsoftware. - erläutern grundlegende Bausteine für die Implementierung von Quasi-Parallelität (Fortsetzungen, Koroutinen, Fäden) und grenzen diese gegeneinander ab. - erläutern die Interaktionen zwischen Hardware, Übersetzer und Systemsoftware, die dabei zu beachten sind.

		- entwickeln den Koroutinenwechsel für einen gegebene Architektur. - erläutern die Implikationen von Quasi-Parallität auf das Ebenenmodell und die daraus abgeleiteten Synchronisationsmaßnahmen. - beschreiben die Implementierung von (verdrängendem) Scheduling in einem Betriebssystem. - analysieren das Zusammenspiel von Scheduling und Unterbrechungssynchronisation. - nennen Kriterien und Dimensionen des Schedulings von Betriebsmitteln, insbesondere der CPU. - erläutern die konkrete Umsetzung am Beispiel der Scheduler in Linux und Windows. - unterscheiden grundlegende Möglichkeiten der Koordinierung und Synchronisation von Fäden (aktives/passives Warten, nichtverdrängbare kritische Abschnitte). - entwickeln Mechanismen für die Synchronisation auf Fadenebene für Mehrkernsystemen. - erklären die dabei zu beachtenden Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und geeignete Gegenmaßnahmen. - interpretieren die Bedeutung von Gerätetreibern in der Betriebssystempraxis. - erläutern die Anforderungen an ein Treibermodell. - vergleichen die Umsetzung von Treibermodellen in Windows und Linux. - vergleichen grundlegende BS-Architekturen (Bibliothek, Monolith, Mikrokern, Exokern, Hypervisor) anhand fundamentaler Charakteristika (Robustheit, Performanz, Portierbarkeit) und Mechanismen. - schildern die grundlegenden Paradigmen zur Interprozesskommunikation in Betriebssystemen (speicherbasiert vs. nachrichtenbasiert). - erläutern die grundlegenden Primitiven dieser Verfahren. - skizzieren, wie unter Anwendung dieser Primitiven höhere Synchronisationskonstrukte implementiert werden (Monitore, Leser-/ Schreiber-Sperre). - illustrieren die Dualität der Paradigmen. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Compilerverhalten, Debuggen ohne dedizierte Hilfsmittel) und Fehlerquellen bei der hardwarenahen Softwareentwicklung für Mehrkernsysteme. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können die ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• C/C++ (Übungsaufgaben werden in C++ implementiert) • Assembler (Grundkenntnisse)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Avi Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne. Operating System Concepts. John Wiley & Sons. • Andrew S. Tanenbaum. Modern Operating Systems. Pearson. • William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles. Prentice Hall. • Andrew S. Tanenbaum. Structured Computer Organization. Pearson.

1	**Modulbezeichnung** 150033	**Betriebssysteme (Vorlesung mit Übungen)** Operating systems (lecture with exercises)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Betriebssysteme (2 SWS) Übung: BS-Ü (2 SWS) Übung: BS-RÜ (0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Dustin Nguyen Jonas Rabenstein Phillip Raffeck Maximilian Ott	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Inhalt des Moduls ist Vermittlung grundlegender Konzepte, Methoden und Techniken von Betriebssystemen aus dem Blickwinkel einer Betriebssystementwicklerin. Im Rahmen der Übungen entwickeln die Studierenden in einem "bottom-up" Entwurf- und Entwicklungsprozess ihr eigenes Einkernbetriebssystem für die IA-32 Platform, ausgehend von der "nackten Hardware" über grundlegende Ein-Ausgabemöglichleiten, Unterbrechungsbearbeitung bis hin zu quasiparalleler Programmausführung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - erläutern den Startvorgang eines Rechensystems am Beispiel eines x86/x86_64-PCs. - beschreiben die spezifischen Herausforderungen bei der Softwareentwicklung für "bare metal". - beschreiben den Ablauf einer Unterbrechungsbehandlung von der Hardware bis zur (System-)software. - skizzieren Besonderheiten und Strategien der Unterbrechungsbehandlung in Hardware für Mehrkernsystemen am Beispiel des IA32-APICs. - diskutieren die Aufgabenteilung zwischen Hardware und Systemsoftware bei der Unterbrechungsbearbeitung. - unterscheiden die verschiedenen Typen von Kontrollflüssen in einem Betriebssystem anhand des Ebenenmodells. - unterscheiden harte, mehrstufige, und weiche Verfahren zur Unterbrechungssynchronisation in Betriebssystemen und können diese implementieren. - klassifizieren konkrete Konkurrenzsituationen anhand des Ebenenmodels und leiten daraus geeignete Synchronisationsmaßnahmen ab. - schildern die IA32-Architektur und gängige PC-Technologie und deren Schnittstellen zur Systemsoftware. - erläutern grundlegende Bausteine für die Implementierung von Quasi-Parallelität (Fortsetzungen, Koroutinen, Fäden) und grenzen diese gegeneinander ab. - erläutern die Interaktionen zwischen Hardware, Übersetzer und Systemsoftware, die dabei zu beachten sind. - entwickeln den Koroutinenwechsel für einen gegebene Architektur.

		- erläutern die Implikationen von Quasi-Parallität auf das Ebenenmodell und die daraus abgeleiteten Synchronisationsmaßnahmen. - beschreiben die Implementierung von (verdrängendem) Scheduling in einem Betriebssystem. - analysieren das Zusammenspiel von Scheduling und Unterbrechungssynchronisation. - nennen Kriterien und Dimensionen des Schedulings von Betriebsmitteln, insbesondere der CPU. - erläutern die konkrete Umsetzung am Beispiel der Scheduler in Linux und Windows. - unterscheiden grundlegende Möglichkeiten der Koordinierung und Synchronisation von Fäden (aktives/passives Warten, nichtverdrängbare kritische Abschnitte). - entwickeln Mechanismen für die Synchronisation auf Fadenebene. - erklären die dabei zu beachtenden Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und geeignete Gegenmaßnahmen. - interpretieren die Bedeutung von Gerätetreibern in der Betriebssystempraxis. - erläutern die Anforderungen an ein Treibermodell. - vergleichen die Umsetzung von Treibermodellen in Windows und Linux. - vergleichen grundlegende BS-Architekturen (Bibliothek, Monolith, Mikrokern, Exokern, Hypervisor) anhand fundamentaler Charakteristika (Robustheit, Performanz, Portierbarkeit) und Mechanismen. - schildern die grundlegenden Paradigmen zur Interprozesskommunikation in Betriebssystemen (speicherbasiert vs. nachrichtenbasiert). - erläutern die grundlegenden Primitiven dieser Verfahren. - skizzieren, wie unter Anwendung dieser Primitiven höhere Synchronisationskonstrukte implementiert werden (Monitore, Leser-/Schreiber-Sperre). - illustrieren die Dualität der Paradigmen. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Compilerverhalten, Debuggen ohne dedizierte Hilfsmittel) und Fehlerquellen bei der hardwarenahen Softwareentwicklung. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können die ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• C/C++ (Übungsaufgaben werden in C++ implementiert) • Assembler (Grundkenntnisse)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Avi Silberschatz, Peter B. Galvin, Greg Gagne. Operating System Concepts. John Wiley & Sons. • Andrew S. Tanenbaum. Modern Operating Systems. Pearson. • William Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles. Prentice Hall. • Andrew S. Tanenbaum. Structured Computer Organization. Pearson.

1	**Modulbezeichnung** 350752	**Betriebssystemtechnik (V+EÜ)** Operating systems engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Schwerpunktthema der Veranstaltung ist die Verwaltung von Prozessadressräumen. Untersucht werden Verfahren und Techniken zur Trennung logischer Adressräume, zum Adressraumgrenzen überschreitenden Zugriff und zum Schutz von Prozessen. Vorgestellt wird die Implementierung von Systemaufrufen und seiten- wie auch segmentbasierte Techniken zur Abbildung logischer/ virtueller Adressräume auf reale. Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Betriebssystemarchitekturen verglichen und gängige Adressraummodelle von Betriebssystemen erläutert. Weitere Themen bildet die Interprozesskommunikation durch Nachrichtenversenden bei getrennten Adressräumen, aber auch die Nachbildung virtuell gemeinsamen Speichers auf Basis solcher Ansätze.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - erläutern und implementieren Entwurfsprinzipien für Systemaufrufe und diskutieren deren spezifischen Vor-/Nachteile. - vergleichen grundlegende BS-Architekturen (Monolith, Mikrokern, Makrokern, Exokern) anhand fundamentaler Charakteristika (Robustheit, Performanz, Portierbarkeit) und deren Einfluss auf die Implementierung von Mechanismen (Systemaufrufe, Addressraumschutz). - unterscheiden Hierarchiekonzepte des Softwareentwurfs (Benutzthierachie, funktionale Hierachie) und erläutern deren Implikationen beim Betriebssystementwurf. - klassifizieren Schutz-, Verwaltungs-, und Virtualisierungstechniken für Programmzustände (Seitennummerierung, Segementierung, Sprachbasierung, Capabilities) und implementieren diese auf der x86_64-Architektur - diskutieren Adressraummodelle (Mehradressraummodell, Einadressraummodell, mehrstufige und inverse Seitenabbildungen, Mitbenutzung) und deren Implementierbarkeit auf gängigen Hardwarearchitekturen. - implementieren Mechanismen und Abtraktionen zur Interprozesskommunikation. - erläutern das Zusammenspiel zwischen Kommunikation und Synchronisation im Bezug auf die besonderen Herausforderungen bei der Implementierung von Betriebssytemabstraktionen (lost wakeup, lost update, gepufferte/ungepufferte Zugriffe) - diskutieren Prinzipien der Mitbenutzung von Code und Daten unter Berücksichtigung der Betriebssystem- und Addressraumarchitektur.

		- erläutern die Funktionsweise eines Bindeladers und skizzieren effiziente Implementierungstechniken für positionsunabhängige Strukturen. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Compilerverhalten, Debuggen ohne dedizierte Hilfsmittel) und Fehlerquellen bei der hardwarenahen Softwareentwicklung. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können die ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• C/C++ (Übungsaufgaben werden in C++ implementiert) • Assembler (Grundkenntnisse)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Wolfgang Schröder-Preikschat. The Logical Design of Parallel Operating Systems. Prentice Hall. • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. The C Programming Language. Prentice Hall. • David M. Weiss, Chi Tau Robert Lai. Software Product-Line Engineering: A Family-Based Software Development Process. Addison-Wesley. • Krysztof Czarnecki, Ulrich W. Eisenecker. Generative Programming. Methods, Tools and Applications. Addison-Wesley.

1	**Modulbezeichnung** 406841	**Betriebssystemtechnik (Vorlesung mit Übungen)** Operating system technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Schwerpunktthema der Veranstaltung ist die Verwaltung von Prozessadressräumen. Untersucht werden Verfahren und Techniken zur Trennung logischer Adressräume, zum Adressraumgrenzen überschreitenden Zugriff und zum Schutz von Prozessen. Vorgestellt wird die Implementierung von Systemaufrufen und seiten- wie auch segmentbasierte Techniken zur Abbildung logischer/ virtueller Adressräume auf reale. Vor diesem Hintergrund werden verschiedene Betriebssystemarchitekturen verglichen und gängige Adressraummodelle von Betriebssystemen erläutert. Weitere Themen bildet die Interprozesskommunikation durch Nachrichtenversenden bei getrennten Adressräumen, aber auch die Nachbildung virtuell gemeinsamen Speichers auf Basis solcher Ansätze.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - erläutern und implementieren Entwurfsprinzipien für Systemaufrufe und diskutieren deren spezifischen Vor-/Nachteile. - vergleichen grundlegende BS-Architekturen (Monolith, Mikrokern, Makrokern, Exokern) anhand fundamentaler Charakteristika (Robustheit, Performanz, Portierbarkeit) und deren Einfluss auf die Implementierung von Mechanismen (Systemaufrufe, Addressraumschutz). - unterscheiden Hierarchiekonzepte des Softwareentwurfs (Benutzthierachie, funktionale Hierachie) und erläutern deren Implikationen beim Betriebssystementwurf. - klassifizieren Schutz-, Verwaltungs-, und Virtualisierungstechniken für Programmzustände (Seitennummerierung, Segementierung, Sprachbasierung, Capabilities) und implementieren diese auf der x86_64-Architektur - diskutieren Adressraummodelle (Mehradressraummodell, Einadressraummodell, mehrstufige und inverse Seitenabbildungen, Mitbenutzung) und deren Implementierbarkeit auf gängigen Hardwarearchitekturen. - implementieren Mechanismen und Abtraktionen zur Interprozesskommunikation. - erläutern das Zusammenspiel zwischen Kommunikation und Synchronisation im Bezug auf die besonderen Herausforderungen bei der Implementierung von Betriebssytemabstraktionen (lost wakeup, lost update, gepufferte/ungepufferte Zugriffe) - diskutieren Prinzipien der Mitbenutzung von Code und Daten unter Berücksichtigung der Betriebssystem- und Addressraumarchitektur.

		- erläutern die Funktionsweise eines Bindeladers und skizzieren effiziente Implementierungstechniken für positionsunabhängige Strukturen. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Compilerverhalten, Debuggen ohne dedizierte Hilfsmittel) und Fehlerquellen bei der hardwarenahen Softwareentwicklung. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können die ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• C/C++ (Übungsaufgaben werden in C++ implementiert) • Assembler (Grundkenntnisse)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Wolfgang Schröder-Preikschat. The Logical Design of Parallel Operating Systems. Prentice Hall. • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. The C Programming Language. Prentice Hall. • David M. Weiss, Chi Tau Robert Lai. Software Product-Line Engineering: A Family-Based Software Development Process. Addison-Wesley. • Krysztof Czarnecki, Ulrich W. Eisenecker. Generative Programming. Methods, Tools and Applications. Addison-Wesley.

1	**Modulbezeichnung** 939179	**Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme** Real-time systems 2 - dependable real-time systems	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Viele Echtzeitsysteme sind in Bereiche des täglichen Lebens eingebettete, die hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit dieser Systeme stellen. Beispiele hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Automobilen, medizinische Geräte, Prozessanlagen in Kernkraftwerken oder Chemiefabriken oder Flugzeuge. Fehlfunktionen in diesen Anwendungen ziehen mitunter katastrophale Konsequenzen nach sich - Menschen können ernsthaft verletzt oder sogar getötet werden, Landstriche können unbewohnbar gemacht oder zumindest großer finanzieller Schaden verursacht werden. Dieses Modul betrachtet Methoden und Werkzeuge, die uns helfen können, einerseits *zuverlässig Software zu entwickeln* (also Fehler im Programm zu entdecken und zu vermeiden), und andererseits *zuverlässige Software zu entwickeln* (also Abstraktionen, die auch im Fehlerfall ihre Gültigkeit behalten). Hierbei steht weniger die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse auf diesen Gebieten im Vordergrund, also vielmehr • die praktische Anwendung existierende Werkzeuge und Methoden • sowie die Erfahrung und das Verständnis ihrer Grenzen. Auf diese Weise soll ein Fundament für die konstruktive Umsetzung verlässlicher Echtzeitsysteme gelegt werden. Dieses Modul soll daher fundierte Anknüpfungspunkte für die Entwicklung verlässlicher Echtzeitsysteme vermitteln, die Ad-hoc-Techniken möglichst ersetzen sollen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • nennen die Konzepte und die Taxonomie verlässlicher Systeme, unterscheiden Software- und Hardwarefehler und klassifizieren Fehler (Defekt, Fehler, Fehlverhalten). • stellen Fehlerbäume auf. • organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git. • vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvorraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz. • entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation. • diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus. • erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.

		• wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an. • bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementeirungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation). • interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung. • konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung. • nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion. • überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene. • entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail** Werkzeugs. • setzten Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum. • beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten. • vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration. • benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfsalternativen (Recovery Blocks). • fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen. • unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren. • konzipieren und implementieren Testfälle. • überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung). • geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder. • nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül. • verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen. • beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemnatik. • erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken. • erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen. • bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).

		• erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen. • klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsystemeeine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen. Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 179490	**Echtzeitsysteme mit erweiterten Übungen** Real-time systems with extended exercises	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus? In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt: • zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme • statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren • Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen • Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems. • bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart). • erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung. • klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem. • interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts. • nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...). • unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).

		• skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls. • entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 an. • erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle • ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden. • erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten. • unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus). • benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert). • erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit). • unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen). • beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-. • vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen. • erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch). • illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET). • erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review. • erproben und konzipieren werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs. • Entwickeln und annotieren Flußrestrikionen für die statische WCET-Analyse. • beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode). • skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit). • erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler). • unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb. • wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.

		• unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST). • nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten). • erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • entwickeln ein softwarebasiertes Oszilloskop und erstellen dessen zeitliche Analyse und Ablaufplanung. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing. • ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit).

		• beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz). • konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos. • implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • gestalten einen Signal-Trigger für das entwickelte softwarebasierten Oszilloskops. • konzipieren explizite Synchronisation mittels Nachrichten in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • analysieren Blockade für die Zugriffskontrolle in eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. System-programmierung. Vorlesungsfolien. 2006.

1	**Modulbezeichnung** 722831	**Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Lecture and advanced tutorial: Middleware - Cloud computing	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Middleware - Cloud Computing (2 SWS) Übung: MW-Ü (2 SWS) Übung: Middleware - Cloud Computing - Übungen (2 SWS) Übung: MW-EÜ (2 SWS)	- - - 5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Tobias Distler Harald Böhm Laura Lawniczak	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	**Inhalt**	• Überblick Cloud Computing • Grundlagen verteilter Programmierung (Web Services/SOAP/REST) • Virtualisierung als Basis für Cloud Computing • Infrastructure as a Service (IaaS) am Beispiel von Eucalyptus und Amazon EC2 • Skalierbare Verarbeitung von großen Datenmengen • Interoperabilität und Multi-Cloud Computing • Fehlertoleranz im Kontext von Cloud Computing • Aktuelle Forschungstrends
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - nennen unterschiedliche Ausprägungen von Cloud-Computing. - erläutern verschiedene Cloud-Architekturen. - stellen Vor- und Nachteile von Cloud-Computing gegenüber. - unterscheiden die Herangehensweisen bei der Entwicklung von SOAP- im Vergleich zu REST-Anwendungen. - organisieren den Austausch von Informationen in einer verteilten Anwendung unter Verwendung eines Verzeichnisdienstes. - entwickeln eigene auf Web-Services basierende Anwendungen. - bewerten die Vor- und Nachteile der Bündelung von Nachrichten beim Aufruf von Web-Services. - erläutern die Anforderungen an ein virtualisiertes System. - beschreiben die für die Virtualisierung eines Systems erforderlichen Kriterien. - vergleichen zwischen unterschiedlichen Virtualisierungstechniken und -ebenen. - schildern den Aufbau und die Funktionsweise von Xen und Linux-VServer. - erproben das Einrichten eines Abbilds für eine virtuelle Maschine. - skizzieren die Architektur einer Infrastruktur-Cloud sowie die Aufgabenbereiche hierfür zentraler Komponenten am Beispiel von Eucalyptus.

		- erproben das Bereitstellen von Anwendungen in einer Infrastruktur-Cloud. - zeigen die Grundlagen Software-definierter Netzwerke am Beispiel von Onix und B4 auf. - bewerten verschiedene im Bereich Cloud-Computing zum Einsatz kommende Datenspeichersysteme (Google File System, Bigtable, Windows Azure Storage, Amazon Dynamo) hinsichtlich der Kriterien Verfügbarkeit, Konsistenz und Partitionstoleranz. - erläutern eine auf Vektoruhren basierende Methode zur Auflösung im Zusammenhang mit letztendlicher Konsistenz auftretender Konflikte. - entwickeln ein verteiltes, repliziertes Dateisystem nach dem Vorbild von HDFS, das auf die hierarchische Speicherung großer Datenmengen ausgelegt ist. - erkunden das Bereitstellen selbst entwickelter Dienste mittels Docker. - erstellen ein Framework zur parallelen Bearbeitung von Daten nach dem Vorbild von MapReduce. - konzipieren eigene MapReduce-Anwendungen zur Verarbeitung strukturierter bzw. unstrukturierter Rohdaten. - diskutieren die Fehlertoleranzmechanismen in Google MapReduce. - schildern die grundsätzliche Funktionsweise von Systemen zur Kühlung von Datenzentren mittels Umgebungsluft. - beschreiben das Grundkonzept einer temperaturabhängigen Lastverteilung von Prozessen in einem Datenzentrum. - stellen diverse Ansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz von MapReduce-Clustern gegenüber. - unterscheiden die Architekturen und Funktionsweisen der Koordinierungsdienste Chubby und ZooKeeper. - entwickeln einen eigenen Koordinierungsdienst nach dem Vorbild von ZooKeeper. - ermitteln die Konsistenzeigenschaften der eigenen Koordinierungsdienstimplementierung. - erläutern unterschiedliche Ansätze zur Reduzierung bzw. Tolerierung von Tail-Latenz. - skizzieren das Grundkonzept von Erasure-Codes. - beschreiben den Aufbau eines auf die Clouds mehrerer Anbieter gestützten Datenspeichersystems. - erläutern den Einsatz passiver Replikation zur Bereitstellung von Fehlertoleranzmechanismen für virtuelle Maschinen am Beispiel von Remus. - schildern die Grundlagen der Migration von virtuellen Maschinen. - bewerten die Qualität einer aktuellen Publikation aus der Fachliteratur. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz, Skalierbarkeit) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

		- reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 557235	**Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Middleware - Cloud computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Middleware - Cloud Computing (2 SWS) Übung: MW-Ü (2 SWS) Übung: Middleware - Cloud Computing - Übungen (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Tobias Distler Harald Böhm Laura Lawniczak	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	**Inhalt**	• Überblick Cloud Computing • Grundlagen verteilter Programmierung (Web Services/SOAP/REST) • Virtualisierung als Basis für Cloud Computing • Infrastructure as a Service (IaaS) am Beispiel von Eucalyptus und Amazon EC2 • Skalierbare Verarbeitung von großen Datenmengen • Interoperabilität und Multi-Cloud Computing • Fehlertoleranz im Kontext von Cloud Computing • Aktuelle Forschungstrends
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: - nennen unterschiedliche Ausprägungen von Cloud-Computing. - erläutern verschiedene Cloud-Architekturen. - stellen Vor- und Nachteile von Cloud-Computing gegenüber. - unterscheiden die Herangehensweisen bei der Entwicklung von SOAP- im Vergleich zu REST-Anwendungen. - organisieren den Austausch von Informationen in einer verteilten Anwendung unter Verwendung eines Verzeichnisdienstes. - entwickeln eigene auf Web-Services basierende Anwendungen. - erläutern die Anforderungen an ein virtualisiertes System. - beschreiben die für die Virtualisierung eines Systems erforderlichen Kriterien. - vergleichen zwischen unterschiedlichen Virtualisierungstechniken und -ebenen. - schildern den Aufbau und die Funktionsweise von Xen und Linux-VServer. - erproben das Einrichten eines Abbilds für eine virtuelle Maschine. - skizzieren die Architektur einer Infrastruktur-Cloud sowie die Aufgabenbereiche hierfür zentraler Komponenten am Beispiel von Eucalyptus. - erproben das Bereitstellen von Anwendungen in einer Infrastruktur-Cloud. - zeigen die Grundlagen Software-definierter Netzwerke am Beispiel von Onix und B4 auf. - bewerten verschiedene im Bereich Cloud-Computing zum Einsatz kommende Datenspeichersysteme (Google File System, Bigtable,

		Windows Azure Storage, Amazon Dynamo) hinsichtlich der Kriterien Verfügbarkeit, Konsistenz und Partitionstoleranz. - erläutern eine auf Vektoruhren basierende Methode zur Auflösung im Zusammenhang mit letztendlicher Konsistenz auftretender Konflikte. - entwickeln ein verteiltes Dateisystem nach dem Vorbild von HDFS, das auf die Speicherung großer Datenmengen ausgelegt ist. - erkunden das Bereitstellen selbst entwickelter Dienste mittels Docker. - erstellen ein Framework zur parallelen Bearbeitung von Daten nach dem Vorbild von MapReduce. - konzipieren eigene MapReduce-Anwendungen zur Verarbeitung strukturierter Rohdaten. - diskutieren die Fehlertoleranzmechanismen in Google MapReduce. - schildern die grundsätzliche Funktionsweise von Systemen zur Kühlung von Datenzentren mittels Umgebungsluft. - beschreiben das Grundkonzept einer temperaturabhängigen Lastverteilung von Prozessen in einem Datenzentrum. - stellen diverse Ansätze zur Erhöhung der Energieeffizienz von MapReduce-Clustern gegenüber. - unterscheiden die Architekturen und Funktionsweisen der Koordinierungsdienste Chubby und ZooKeeper. - entwickeln einen eigenen Koordinierungsdienst nach dem Vorbild von ZooKeeper. - ermitteln die Konsistenzeigenschaften der eigenen Koordinierungsdienstimplementierung. - erläutern unterschiedliche Ansätze zur Reduzierung bzw. Tolerierung von Tail-Latenz. - skizzieren das Grundkonzept von Erasure-Codes. - beschreiben den Aufbau eines auf die Clouds mehrerer Anbieter gestützten Datenspeichersystems. - erläutern den Einsatz passiver Replikation zur Bereitstellung von Fehlertoleranzmechanismen für virtuelle Maschinen am Beispiel von Remus. - schildern die Grundlagen der Migration von virtuellen Maschinen. - bewerten die Qualität einer aktuellen Publikation aus der Fachliteratur. - erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz, Skalierbarkeit) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen. - können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. - können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. - können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen. - reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 876012	**Verlässliche Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen)** Dependable real-time systems (lecture with exercises)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Viele Echtzeitsysteme sind in Bereiche des täglichen Lebens eingebettete, die hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit dieser Systeme stellen. Beispiele hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Automobilen, medizinische Geräte, Prozessanlagen in Kernkraftwerken oder Chemiefabriken oder Flugzeuge. Fehlfunktionen in diesen Anwendungen ziehen mitunter katastrophale Konsequenzen nach sich - Menschen können ernsthaft verletzt oder sogar getötet werden, Landstriche können unbewohnbar gemacht oder zumindest großer finanzieller Schaden verursacht werden. Dieses Modul betrachtet Methoden und Werkzeuge, die uns helfen können, einerseits *zuverlässig Software zu entwickeln* (also Fehler im Programm zu entdecken und zu vermeiden), und andererseits *zuverlässige Software zu entwickeln* (also Abstraktionen, die auch im Fehlerfall ihre Gültigkeit behalten). Hierbei steht weniger die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse auf diesen Gebieten im Vordergrund, also vielmehr • die praktische Anwendung existierende Werkzeuge und Methoden • sowie die Erfahrung und das Verständnis ihrer Grenzen. Auf diese Weise soll ein Fundament für die konstruktive Umsetzung verlässlicher Echtzeitsysteme gelegt werden. Dieses Modul soll daher fundierte Anknüpfungspunkte für die Entwicklung verlässlicher Echtzeitsysteme vermitteln, die Ad-hoc-Techniken möglichst ersetzen sollen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • nennen die Konzepte und die Taxonomie verlässlicher Systeme, unterscheiden Software- und Hardwarefehler und klassifizieren Fehler (Defekt, Fehler, Fehlverhalten). • stellen Fehlerbäume auf. • organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git. • vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvorraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz. • entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation. • diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus. • erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität.

		• wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an. • bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementeirungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation). • interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung. • konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung. • nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion. • überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene. • entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail** Werkzeugs. • setzten Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum. • beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten. • vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration. • benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfsalternativen (Recovery Blocks). • fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen. • unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren. • konzipieren und implementieren Testfälle. • überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung). • geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder. • nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül. • verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen. • beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemnatik. • erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken. • erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen. • bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320).

		• erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen. • klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsystemeeine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen. Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 743260	**Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Distributed systems (lecture with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	**Inhalt**	Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten. Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechnergrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren. Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte. Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung. • untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen. • vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsenationen. • konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung. • entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI. • bewerten die Serialisierungsroutinen von Java RMI. • erproben die manuelle Serialisierung von Nachrichten. • bewerten die Performanz des eigenen Fernaufrufsystems. • gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many, At-Most-Once) für das eigene Fernaufrufsystem. • beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken. • klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv). • vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme. • illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen. • erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren. • unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten. • gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten. • entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks. • bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur. • erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen. • können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 649073	**Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Distributed systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Tobias Distler
5	**Inhalt**	Verteilte Systeme bestehen aus mehreren Rechnern, die über ein Netzwerk miteinander verbunden sind und einen gemeinsamen Dienst erbringen. Obwohl die beteiligten Rechner hierfür in weiten Teilen unabhängig voneinander agieren, erscheinen sie ihren Nutzern gegenüber in der Gesamtheit dabei trotzdem als ein einheitliches System. Die Einsatzmöglichkeiten für verteilte Systeme erstrecken sich über ein weites Spektrum an Szenarien: Von der Zusammenschaltung kleinster Rechenknoten zur Sammlung von Daten im Rahmen von Sensornetzwerken über Steuerungssysteme für Kraftfahrzeuge und Industrieanlagen bis hin zu weltumspannenden, Internet-gestützten Infrastrukturen mit Komponenten in Datenzentren auf verschiedenen Kontinenten. Ziel dieses Moduls ist es, die sich durch die speziellen Eigenschaften verteilter Systeme ergebenden Problemstellungen zu verdeutlichen und Ansätze zu vermitteln, mit deren Hilfe sie gelöst werden können; Beispiele hierfür sind etwa die Interaktion zwischen heterogenen Systemkomponenten, der Umgang mit erhöhten Netzwerklatenzen sowie die Wahrung konsistenter Zustände über Rechnergrenzen hinweg. Gleichzeitig zeigt das Modul auf, dass die Verteiltheit eines Systems nicht nur Herausforderungen mit sich bringt, sondern auf der anderen Seite auch Chancen eröffnet. Dies gilt insbesondere in Bezug auf die im Vergleich zu nicht verteilten Systemen erzielbare höhere Widerstandsfähigkeit eines Gesamtsystems gegenüber Fehlern wie den Ausfällen ganzer Rechner oder sogar kompletter Datenzentren. Ausgehend von den einfachsten, aus nur einem Client und einem Server bestehenden verteilten Systemen, beschäftigt sich die Vorlesung danach mit der deutlich komplexeren Replikation der Server-Seite und behandelt anschließend die Verteilung eines Systems über mehrere, mitunter weit voneinander entfernte geografische Standorte. In allen Abschnitten umfasst die Betrachtung des jeweiligen Themas eine Auswahl aus Grundlagen, im Praxiseinsatz befindlicher Ansätze und Techniken sowie für den aktuellen Stand der Forschung repräsentativer Konzepte. Im Rahmen der Übungen wird zunächst ein plattformunabhängiges Fernaufrufsystem schrittweise entwickelt und parallel dazu getestet. Als Vorlage und Orientierungshilfe dient dabei das in der Praxis weit verbreitete Java RMI. In den weiteren Übungsaufgaben stehen anschließend klassische Problemstellungen von verteilten Systemen

		wie fehlertolerante Replikation und verteilte Synchronisation im Mittelpunkt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • beschreiben charakteristische Merkmale und Eigenschaften verteilter Systeme sowie grundlegende Probleme im Zusammenhang mit ihrer Realisierung. • untersuchen die Unterschiede zwischen lokalen Methodenaufrufen und Fernmethodenaufrufen. • vergleichen Ansätze zur Konvertierung von Nachrichten zwischen verschiedenen Datenrepräsenationen. • konzipieren eine eigene auf Java RMI basierende Anwendung. • entwickeln ein eigenes Fernaufrufsystem nach dem Vorbild von Java RMI. • gestalten ein Modul zur Unterstützung verschiedener Fernaufrufsemantiken (Maybe, Last-of-Many) für das eigene Fernaufrufsystem. • beurteilen auf Basis eigener Experimente mit Fehlerinjektionen die Auswirkungen von Störeinflüssen auf verschiedene Fernaufrufsemantiken. • klassifizieren Mechanismen zur Bereitstellung von Fehlertoleranz, insbesondere verschiedene Arten der Replikation (aktiv vs. passiv). • vergleichen verschiedene Konsistenzgarantien georeplizierter Systeme. • illustrieren das Problem einer fehlenden gemeinsamen Zeitbasis in verteilten Systemen. • erforschen logische Uhren als Mittel zur Reihenfolgebestimmung und Methoden zur Synchronisation physikalischer Uhren. • unterscheiden grundlegende Zustellungs- und Ordnungsgarantien beim Multicast von Nachrichten. • gestalten ein Protokoll für den zuverlässigen und totalgeordneten Versand von Nachrichten in einer Gruppe von Knoten. • entwickeln einen Dienst zur Verwaltung verteilter Sperrobjekte auf Basis von Lamport-Locks. • bewerten die Qualität einer Publikation aus der Fachliteratur. • erschließen sich typische Probleme (Nebenläufigkeit, Konsistenz) und Fehlerquellen bei der Programmierung verteilter Anwendungen. • können in Kleingruppen kooperativ arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten und Irrwegen umgehen. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gute Programmierkenntnisse in Java
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 202041	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Virtual machines	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Virtuelle Maschinen - Übung (2 SWS) Vorlesung: Virtuelle Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Vorgestellt werden verschiedene Virtualisierungs-Ansätze: • Emulation • Just-In-Time-Compiler • Para-Virtualisierung • Bibliotheks-basierte Virtualisierung • OS-Virtualisierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern verschiedene Motivationen für den Einsatz von VMs • unterscheiden verschiedene VMs • klassifizieren verschiedene Ziele unterschiedlicher VMs (z.B. Performance, Konfigurierbarkeit, Genauigkeit, ...) • hinterfragen verschiedene Simulationansätze für MMUs • erstellen virtuelle Komponenten und Busse • strukturieren Callbacks und entsprechendes Forwarding und Caching • unterscheiden zwischen Architektur, Chip und Komponente • klassifizieren unterschiedliche Just-In-Time-Compiler-Ansätze • erzeugen JIT Code aus vorgefertigten Code-Teilen • bewerten unterschiedliche JIT-Code-Optimierungen • erläutern Probleme bei der JIT-Code-Invalidierung • nennen JIT Probleme mit Exceptions/Interrupts sowie berechnete Sprüngen und Return-Instruktionen • unterscheiden verschiedene JIT Cache-Verwaltungen • beschreiben Möglichkeiten der Fehlerinjektion durch VMs • entwickeln ein an JIT angepasstes virtuelles "Hardware"-Design • erläutern die Java-VM Instruktionssatz-Architektur • nutzen Hardware-basierte Virtualisierung • entwickeln Verfahren zum Ausfiltern bestimmter Befehle • erläutern Probleme der Speicherverwaltung bei HW-basierter Virtualisierung • nutzen User-Mode-Emulation zur Paravirtualisierung • diskutieren Möglichkeiten von Debuggern für die Umleitung von System-Calls und die Ausfilterung von Befehlen • nutzen einen Hypervisor zur Paravirtualisierung • unterscheiden verschiedene Ansätze zur Geräteverwaltung in paravirtualisierten Systemen • erläutern Betriebssystem-basierte Virtualisierung • entwickeln unterschiedliche Bibliotheks-basierte Virtualisierungen

		• erläutern Probleme beim Speicher-Layout bei Bibliotheks-basierte Virtualisierung • konzipieren Personalities für Bibliotheks-basierte Virtualisierungen • beurteilen Probleme bei der korrekten Zeit-Simulation • nennen Ideen für die dynamische Anpassung der Zeit-Simulation • klassifizieren bekannte VMs (z.B. VICE, FAUmachine, QEMU, Bochs, JVM, KVM, User-Mode-Linux, Xen, VServer, Wine) • diskutieren in der Gruppe Vor- und Nachteile von bestimmten VM-Ansätzen • untersuchen CPU-Emulationen • untersuchen Geräte-Emulationen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 462793	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung)** Lecture, tutorial and laboratory: Virtual machines	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: VM-EÜ (2 SWS) Übung: Virtuelle Maschinen - Übung (2 SWS) Vorlesung: Virtuelle Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	Vorgestellt werden verschiedene Virtualisierungs-Ansätze: • Emulation • Just-In-Time-Compiler • Para-Virtualisierung • Bibliotheks-basierte Virtualisierung • OS-Virtualisierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern verschiedene Motivationen für den Einsatz von VMs • unterscheiden verschiedene VMs • klassifizieren verschiedene Ziele unterschiedlicher VMs (z.B. Performance, Konfigurierbarkeit, Genauigkeit, ...) • hinterfragen verschiedene Simulationansätze für MMUs • erstellen virtuelle Komponenten und Busse • strukturieren Callbacks und entsprechendes Forwarding und Caching • unterscheiden zwischen Architektur, Chip und Komponente • klassifizieren unterschiedliche Just-In-Time-Compiler-Ansätze • erzeugen JIT Code aus vorgefertigten Code-Teilen • bewerten unterschiedliche JIT-Code-Optimierungen • erläutern Probleme bei der JIT-Code-Invalidierung • nennen JIT Probleme mit Exceptions/Interrupts sowie berechnete Sprüngen und Return-Instruktionen • unterscheiden verschiedene JIT Cache-Verwaltungen • beschreiben Möglichkeiten der Fehlerinjektion durch VMs • entwickeln ein an JIT angepasstes virtuelles "Hardware"-Design • erläutern die Java-VM Instruktionssatz-Architektur • nutzen Hardware-basierte Virtualisierung • entwickeln Verfahren zum Ausfiltern bestimmter Befehle • erläutern Probleme der Speicherverwaltung bei HW-basierter Virtualisierung • nutzen User-Mode-Emulation zur Paravirtualisierung • diskutieren Möglichkeiten von Debuggern für die Umleitung von System-Calls und die Ausfilterung von Befehlen • nutzen einen Hypervisor zur Paravirtualisierung • unterscheiden verschiedene Ansätze zur Geräteverwaltung in paravirtualisierten Systemen • erläutern Betriebssystem-basierte Virtualisierung

		• entwickeln unterschiedliche Bibliotheks-basierte Virtualisierungen • erläutern Probleme beim Speicher-Layout bei Bibliotheks-basierte Virtualisierung • konzipieren Personalities für Bibliotheks-basierte Virtualisierungen • beurteilen Probleme bei der korrekten Zeit-Simulation • nennen Ideen für die dynamische Anpassung der Zeit-Simulation • klassifizieren bekannte VMs (z.B. VICE, FAUmachine, QEMU, Bochs, JVM, KVM, User-Mode-Linux, Xen, VServer, Wine) • diskutieren in der Gruppe Vor- und Nachteile von bestimmten VM-Ansätzen • entwickeln selbst CPU-Emulationen • entwickeln selbst Geräte-Emulationen • verteilen Implementierungsaufgaben in ihrer Gruppe • erstellen Zeitpläne für Implementierungen für sich und ihre Gruppe
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93087	**Web-basierte Systeme** Web-based systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt grundsätzliches Verständnis von Web-basierten Systemen. Dies schließt Basistechnologien, wie das HTTP-Protokoll ein, sowie XML und HTML als Mittel zur Informationsbeschreibung und -darstellung. Weiterhin werden verschiedene Dienstarchitekturen vorgestellt und sowohl Server- als auch Client-seitige Programmierung von Web-basierten Systemen erarbeitet. Studierende lernen somit den Entwurf und die Implementierung von Web-basierten Anwendungen. • Technische Grundlagen des Internets • HTTP als Transportprotokoll • XML und HTML • Paradigmenwechsel zu Web-basierten Systemen • Architektur Web-basierter Systeme • Serverseitige Implementierung von Web-basierten Systemen • Skalierbare Serverdienste • Clientseitige Programmierung von aktiven Inhalten (Bspw. mit JavaScript) • Architektur moderner Browser • Peer-to-Peer basierte Browseranwendungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Grundsätzliches Verständnis von Web-basierten Systemen. Dies schließt Basistechnologien, wie das HTTP-Protokoll ein, sowie XML und HTML als Mittel zur Informationsbeschreibung und -darstellung. Weiterhin werden verschiedene Dienstarchitekturen vorgestellt und sowohl Server- als auch Client-seitige Programmierung von Web-basierten Systemen erarbeitet. Studierende lernen somit den Entwurf und die Implementierung von Web-basierten Anwendungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	High Performance Browser Networking What every web developer should know about networking and web performance, O'Reilly Media, 2013 Programming JavaScript Applications: Robust Web Architecture with Node, HTML5, and Modern JS Libraries, O'Reilly Media, 2014 Weitere Literatur wird auf der Webseite zur Veranstaltung angeboten

Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit

1	**Modulbezeichnung** 93872	**Angewandte Informationssicherheit** Applied information security	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Tielemann Lydia Weinberger
5	**Inhalt**	Informationssicherheit dient dem Schutz vor Gefahren bzw. Bedrohungen, der Vermeidung von wirtschaftlichen Schäden und der Minimierung von Risiken in Bezug auf digital und analog vorliegende Informationen. Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der angewandten Informationssicherheit. Themenschwerpunkte sind (unter anderem): • Risikomanagement • Notfallmanagement Grundlegende Bausteine, relevante Sicherheitsaspekte und mögliche Gefährdungen und Anforderungen an ein Managementsystem zur Informationssicherheit (ISMS), geben u. a. Normen wie z.B. ISO27001 und der BSI Grundschutz vor. In der Übung finden die in der Vorlesung vorgestellten Konzepte und Methoden anhand konkreter Beispiele Anwendung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen: Sie sind in der Lage technische wie regulatorische Abhängigkeiten und Zusammenhänge zu erkennen und zu bewerten. Die Grundlagen für eine eigene Klassifizierung und Anpassung von Sicherheitsmaßnahmen werden gemeinsam erarbeitet. Anwenden: Die Teilnehmer lernen die Grundlagen für den Aufbau eines Risiko- und Notfallmanagements. Sie sind in der Lage die relevanten Gesetzesvorgaben und die daraus abzuleitenden sicherheitstechnischen Vorgaben zu beschreiben und zu vergleichen. Lernende können alternative Lösungsmöglichkeiten skizzieren. Analysieren: Die Teilnehmer können bestehende Risiken identifizieren, bewerten und analysieren. Evaluieren: Die Lernenden können nach der VL allgemeine Betriebs- und Sicherheitsmodelle ableiten, Bedrohungsszenarien bewerten und praxisnahe Kriterien aufstellen.

		Erschaffen: Durch die Vermittlung der interdisziplinären Anforderungen anhand von Lösungsbeispielen werden die Lernenden in die Lage versetzt, eigenständig Sicherheitskonzepte, sowie Maßnahmen umzusetzen und zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	• BRENNER, Michael, et al. Praxisbuch ISO/IEC 27001: Management der Informationssicherheit und Vorbereitung auf die Zertifizierung. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG, 2022 • BSI. “IT-Grundschutz-Kompendium (Edition 2023).” Bundesamt Für Sicherheit in Der Informationstechnik, 1 Feb. 2023, www.bsi.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/BSI/Grundschutz/Kompendium/IT_Grundschutz_Kompendium_Edition2023.html

1	**Modulbezeichnung** 326311	**Angewandte IT-Sicherheit** Applied IT security	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Angewandte IT-Sicherheit (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Ralph Palutke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit und eignet sich als Einstieg in das Vertiefungsgebiet "IT-Sicherheit" an der FAU. Themen (unter anderem): IT-Sicherheit vs. physische Sicherheit, Identifizierung und Authentifizierung, grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen, grundlegende Abwehrmechanismen, ausgewählte Beispiele aus dem Bereich Systemsicherheit, Netzwerksicherheit und Softwaresicherheit. In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): "lock picking", "social engineering", ausnutzen von Softwareschwachstellen. **Wichtiger Hinweis:** Ab dem Wintersemester 2022/23 wird die **neue Pflichtvorlesung "Sichere Systeme"** (1. Semester, Bachelor Informatik) die Einstiegsvorlesung in den Bereich IT-Sicherheit an der FAU sein. In dieser Rolle ersetzt sie sowohl "Angewandte IT-Sicherheit" (AppITSec) als auch "Einführung in die IT-Sicherheit" (EinfITSec). **Für Informatik-Studierende, die AppITSec noch belegen wollen**, wird auf absehbare Zeit (mindestens bis Sommersemester 2024) die Prüfung in AppITSec angeboten. Die Vorlesungs- und Übungsinhalte sind über einen offenen StudON-Kurs zugreifbar. Bitte nutzen Sie für Fragen das dortige Forum oder die Sprechstunden der Veranstalter. Im Wintersemester 2022/2023 wird eine schriftliche Klausur über 90 Minuten angeboten. Link zum StudON-Kurs: *https://www.studon.fau.de/crs4774802.html*
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Teilnehmer erwerben einen Überblick über Konzepte und Methoden aus dem Bereich der IT-Sicherheit und können diese im Kontext der Informatik und der Lebenswirklichkeit anhand von Beispielen einordnen und erläutern. Die Studierenden können die wichtigsten Arten von Softwareschwachstellen in Programmen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen und organisatorischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden. Die Studierenden lernen, die Wirksamkeit von IT-Sicherheitsmechanismen im gesellschaftlichen Kontext und in Kenntnis professioneller Strukturen der Cyberkriminalität aus technischen, ethischen und rechtlichen Perspektiven zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Dieter Gollmann: Computer Security. 3. Auflage, Wiley, 2010. Joachim Biskup: Security in Computing Systems. Springer, 2008. Weitere Literatur wird in der Vorlesung bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 566245	**Cryptocurrencies**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43931	**Datenschutz, Compliance und Informationssicherheit** Data protection, compliance and information security	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Informationssicherheit (2 SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Datenschutz und Compliance (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Tielemann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Tielemann
5	**Inhalt**	**Datenschutz**: Die Teilnehmenden lernen die Grundideen des Datenschutzes auf der Basis der deutschen und europäischen Gesetzgebung kennen. Der Bezug zu aktuellen technischen Entwicklungen in den bereichen Social Media, Videoüberwachung, Suchmaschinen, Datenhandel etc. werden hergestellt und mit den Teilnehmenden diskutiert. Betriebliche praktische Umsetzungen ausgewählter DS-Themen werden vorgestellt. **Compliance**: Die angewandte IT unterliegt zunehmend gesetzlichen Regeln, deren Nichtbeachtung straftatsrelevante Bedeutung erlangen kann. In der VL werdem grundlegende Prinzipien und Umsetzungsmöglichkeiten bei der Einführung von Compliance Managementsystemen vorgestellt. **Informationssicherheit**: Die Sicherstellung der Informationssicherheit unfasst viele Facetten. Sie focusiert auf Eigenschaften von technischen oder nicht-technischen Systemen zur Informationsverarbeitung, -speicherung und -lagerung, die die Schutzziele Vertraulichkeit, Verfügbarkeit und Integrität sicherstellen. Informationssicherheit dient dem Schutz vor Gefahren bzw. Bedrohungen, der Vermeidung von wirtschaftlichen Schäden und der Minimierung von Risiken. Wie ein Managementsystem zur Informationssicherheit (ISMS) organisiert wird, geben u. a. Normen wie ISO27001, BSI Grundschutz und ISIS12 vor.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Wissen**: Die Teilnehmenden verstehen die Zusammenhänge und zentralen Punkte zum Datenschutz und der Informationssicherheit. **Evaluieren/Ableiten**: Die Lernenden können nach der VL allgemeine Betriebs- und Sicherheitsmodelle und Managementverfahren verstehen und kreieren, praxisnahe Kriterien aufstellen und den Aufbau mit Betrieb eines ISMS praktisch entwerfen und bewerten. **Erschaffen**: Durch die Vermittlung der interdisziplinären Anforderungen (Gesetze, RZ-Technik, Prozessmanagement, SW-Entwicklungs-/ Betriebszyklus, Evaluierung) anhand von Lösungsbeispielen werden die Lernenden in die Lage versetzt, eigenständig Sicherheitskonzepte, identitätssicherende Prozesse, ISMS Prozesse sowie gesetzliche Regelungen u.a. in einer IT-Umgebung umzusetzen und zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Allgemeine Grundkenntnisse der Informatik (z. B. Systemtechnik und -betrieb, Netzwerkdesign, SW-Entwicklungprozesse) und der IT-Sicherheit.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) Klausur (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	https://de.wikipedia.org/wiki/Datenschutz https://de.wikipedia.org/wiki/Compliance_%28BWL%29 https://de.wikipedia.org/wiki/IT-Compliance https://de.wikipedia.org/wiki/Informationssicherheit#Bedeutung_der_Informationssicherheit https://de.wikipedia.org/wiki/Information_Security_Management_System

1	**Modulbezeichnung** 792501	**Forensische Informatik** Forensic computing (lecture with tutorial)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Forensische Informatik befasst sich mit der Sammlung, Aufbereitung und Analyse digitaler Beweismittel zur Verwendung vor Gericht. Ausgangspunkt ist jeweils der Verdacht auf einen Computereinbruch oder eine Straftat, die mit Hilfe von digitalen Geräten vorgenommen worden ist. Dieses Modul gibt einen Überblick über die Methoden der forensischen Informatik aus einer wissenschaftlichen Perspektive. Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse von Dateisystemen. Ziel der Lehrveranstaltung ist nicht die Ausbildung von Forensik-Praktikern, sondern die Vermittlung von Kenntnissen, die es einem erlauben, Forschung im Bereich Computerforensik zu betreiben. Im Rahmen der Übung werden die Themen der Vorlesung im Rahmen von Fallstudien praktisch eingeübt. Voraussichtliche Themen: • Definition forensische Informatik • Der forensische Prozess und seine wissenschaftliche Fundierung • Rechtliche Rahmenbedingungen • Sichern von Festplatten • Analyse verschiedener Dateisysteme (FAT32, NTFS, Ext2/ Ext3) • Tools
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können Termini und Methoden der digitalen Forensik in die Entwicklung der forensischen Wissenschaften einordnen. Die Studierenden können die wesentlichen Datenstrukturen verschiedener Dateisysteme erklären. Sie können die für forensische Zwecke wesentlichen Datenstrukturen lokalisieren und geeignete Werkzeuge zu ihrer Analyse auswählen und anwenden. Die Studierenden können digitale Spuren konkreter Fallkonstellationen durch Anwendung von Werkzeugen rekonstruieren, analysieren, interpretieren und dokumentieren. Sie lernen ihre Untersuchungsergebnisse zu präsentieren und gegenüber kritischen Nachfragen zu verteidigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Die mündliche Prüfung dauert 30 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Brian Carrier: File System Forensic Analysis. Addison-Wesley, 2005. • Eoghan Casey: Digital Evidence and Computer Crime - Forensic Science, Computers and the Internet, 3rd Edition. Academic Press 2011. • Andreas Dewald, Felix Freiling: Forensische Informatik. 3. Auflage, BoD, 2015.

1	**Modulbezeichnung** 393750	**Fortgeschrittene forensische Informatik** Advanced forensic computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fortgeschrittene forensische Informatik - Übung (2 SWS) Vorlesung: Fortgeschrittene forensische Informatik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Die Vorlesung "Fortgeschrittene Forensische Informatik" ist eine forschungsorientierte Weiterführung der Vorlesung "Forensische Informatik". Behandelt werden forschungsnahe Themen aus dem Bereich der forensischen Informatik, beispielsweise Browser- und Anwendungsforensik, Netzwerkforensik, Hauptspeicheranalyse, Analyse von Mobiltelefonen, theoretische Modelle. Der Stoff der Vorlesung wird beispielhaft durch praktische Aufgaben in der gleichlautenden Übung vertieft.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erhalten Einblicke in aktuelle Forschung im Bereich der forensischen Informatik. Sie können die wesentlichen Fragestellungen, Probleme und Lösungsmoeglichkeiten wiedergeben und in den Kontext digitaler Ermittlungen einordnen. Sie können Forschungsergebnisse qualitativ bewerten und vergleichen. Sie lernen, die Forschungsergebnisse auf konkrete Problemstellungen im Bereich der IT-Forensik anzuwenden und die entstehenden Ergebnisse vor Fachexperten zu vertreten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 658644	**Human Factors in Security and Privacy** Human factors in security and privacy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.habil. Zinaida Benenson
5	**Inhalt**	This course provides insight into the ways in which people interact with IT security. Special attention will be paid to complex environments such as companies, governmental organizations or hospitals. A number of guest talks from practitioners and researchers highlight some of the issues in greater depth. The course covers the following topics: • Terminology of security and privacy, technical and non-technical protection measures • Development and testing of usable security mechanisms (encryption and authentication tools, security policies, security warnings) • Risk perception and decision making in security and privacy context (usage of security software, reaction to security warnings, divulging information in social media) • Economics approach to security and privacy decision making (traditional and behavioral economics) • Trade-offs between the national security and surveillance (psychology behind the EU data retention directive and NSA programs) • Psychological principles of cyber fraud (scams, phishing, social engineering) • Security awareness and user education • Interplay of safety and security in complex systems • Research methods in human factors (qualitative vs. quantitative research, usability testing, experimental design, survey design, interviews) The exercises aim at deepening the understanding of the topics and are highly relevant for examinations. We plan to conduct approximately 5-6 exercises per semester; the rest of the exercises is reserved for the guest talks. A typical exercise consist of two parts: (1) For each topic, the students receive a homework assignment consisting of practical exercises. (2) For each topic, the students receive 1-3 papers to read for the next exercise. The papers will be discussed in the class with the teaching assistant.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students develop a mindset that naturally takes into account typical psychological and physical characteristics of the users when developing or evaluating security- and privacy-enhancing technologies or policies. Students can: • define terms "security and "privacy

		• identify main research questions in the area of human factors in security and privacy • demonstrate specific difficulties in developing and testing of usable security mechanisms • explain main psychological principles behind the cyber fraud • illustrate specific difficulties in awareness campaigns and user training in the realms of security and privacy • illustrate the influence of the psychological risk perception principles (especially under- and overestimation of risk) on security and privacy decision making • compare different approaches to the development of usable security features • apply elements of the mental models approach and of user-centered design to development and evaluation of security- and privacy-enhancing techniques • scan research papers and other materials for important points that clarify and deepen course contents • structure the relation between usability and security • contrast the approaches of traditional and behavioral economics to the explanation of security- and privacy-related behavior • argue advantages and disadvantages of mass surveillance and other kinds of mass data collection for security and privacy of citizens • critically appraise design and results of published user studies • critically appraise technological solutions or policies for likely "human factors weaknesses in design and usage • develop well-founded personal opinions on the course topics and defend them in the class discussions
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	LANGUAGE: This module will be held in German. Slides and all other written materials are in English. Assignments and exams are in English and can be answered in English or German. REQUIRED SKILLS: basic knowledge in the area of IT security and privacy, such as security goals (CIA), basic protection mechanisms (symmetric and asymmetric cryptography principles), cryptographic hash functions, digital certificates, PKI, basics of SSL/TLS. This knowledge can be acquired through the attendance of the module "Applied IT Security or similar modules.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	We use classical and current research papers on usable security and privacy that will be introduced during the module.

1	**Modulbezeichnung** 330467	**Multimedia Security** Multimedia security	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Multimedia Security Exercises (2 SWS) Vorlesung: Multimedia Security (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Christian Riess	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Christian Riess
5	**Inhalt**	This lecture covers a variety of security-related topics around multimedia data. In particular, the lecture presents algorithms and key results from the past 15 years in multimedia security, including topics on image forensics, steganography, watermarking, and biometrics. Selected algorithms are implemented and tested by the participants. It is helpful to bring some knowledge in signal processing or pattern recognition. It is also helpful to be not afraid from equations. Tentative list of topics and algorithms: • Image forensics for manipulation detection in digital media. Statistical and physics-based features for manipulation detection. Detecting traces of manipulations versus validating image authenticity. • Blind source attribution: was an image or video captured with a particular camera? • Steganography for covert communication. Fundamental algorithms, when can their application be detected? • Watermarking for copyright protection in images/video. Fundamental algorithms, and their security. • Biometric features for person re-identification, and practical concerns on their implementation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Studierenden fassen die wesentlichen Fragestellungen auf dem Gebiet der Multimediasicherheit zusammen (The participants summarize the relevant questions within the field of multimedia security). Die Studierenden nennen und erklären die wesentlichen Fachbegriffe aus den Teilgebieten der Multimediasicherheit (The participants name and explain relevant terms from the subfields of multimedia security). Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden bewerten die Eignung der vorgestellten bildforensischen Algorithmen für ein gegebenes Untersuchungsszenario (The participants evaluate the suitability of the presented image forensics algorithms for a given examination scenario). Erschaffen Die Studierenden implementieren kurze Beispielsprogramme für ausgewählte Algorithmen der Multimediasicherheit (The participants implement short example programs for selected algorithms of multimedia security). Lern- bzw. Methodenkompetenz

		Die Studierenden implementieren ausgewählte Methoden in der Programmiersprache C++ (The participants implement selected methods in the C++ programming language). Sozialkompetenz Die Studierenden implementieren und diskutieren Beispielsmethoden in Gruppenarbeit (The participants implement and discuss the example method in groups). Die Studierenden diskutieren die gesellschaftlichen Auswirkung von Multimediasicherheit am Beispiel aktueller Probleme (The participants discuss multimedia security's impact on society using current issues).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	begleitend zu der Veranstaltung: • Husrev Sencar, Nasir Memon (Editors): "Digital Image Forensics. There is More to a Picture than Meets the Eye", Springer 2013. • Hany Farid: "Photo Forensics", MIT Press, 2016.

1	**Modulbezeichnung** 327615	**Security and Privacy in Pervasive Computing** Security and privacy in pervasive computing (lecture with exercises)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: SecPriPC (2 SWS) Übung: Security and Privacy in Pervasive Computing - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr.habil. Zinaida Benenson	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.habil. Zinaida Benenson
5	**Inhalt**	Pervasive Computing, also called Ubiquitous Computing, is a computing paradigm that comprises billions computing devices integrated into everyday objects and connected into a global communication network that is orders of magnitude larger than the Internet today. These devices measure environmental characteristics, exchange information about their surroundings and interact with people in many different ways, such that sometimes people may be even unaware that they are using computers. The era of pervasive computing has already started and moves on rapidly, integrating the Internet, smartphones, wearable computing devices (such as Google glass or Apple Watch), smart grid, home automation, intelligent cars and smart cities. In this course we look at the visions and current scenarios of Pervasive Computing from the security and privacy point of view. We consider security mechanisms and privacy concerns of the present-day technologies, such as smartphone operating systems, GSM/UMTS, WLAN, Bluetooth, ZigBee, RFID, and also of present and envisioned systems and services such vehicular networks, sensor networks, location-based services and augmented reality. The exercise comprises (1) practical tasks on specific attacks, such as eavesdropping on WiFi or ZigBee communication, and (2) guest talks on selected topics, for example, NFC security. For practical exercises, students will be divided into groups, and each group will have to execute the tasks in our lab and write a report about their work for each task. Further details will be communicated in the first exercise.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to: • recognize existing and future computing systems as pervasive through analysis of their conceptual design and development, deployment and actual usage • critically appraise pervasive computing systems for typical security- and privacy-related concerns and weaknesses in design, deployment and usage • choose appropriate techniques and policies for securing pervasive computing systems • choose appropriate techniques and policies for addressing privacy issues in pervasive computing systems

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	LANGUAGE: This module will be held in German. Slides and all other written materials are in English. Assignments and exams are in English and can be answered in English or German. REQUIRED SKILLS: Basic knowledge in the area of IT security and privacy, for example: security goals (CIA), symmetric and asymmetric cryptography principles, PKI, basics of SSL/TLS and other security protocols. This knowledge can be acquired through the attendance of the module "Applied IT Security (Angewandte IT Sicherheit) or similar modules.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Books and papers will be presented during the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 172338	**Security in Embedded Hardware** Security in embedded hardware	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft. Einleitung und Motivation • Was ist Security? • Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme • Klassifikation von Angriffen • Entwurf eingebetteter Systeme Angriffsszenarien • Beispiele von Angriffsszenarien • Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks) • Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es? • Gegenmaßnahmen Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks) • Microprobing • Reverse Engineering • Differential Fault Analysis • Gegenmaßnahmen Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks) • Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff • Gegenmaßnahmen Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks) • Abhören • Seitenkanalangriffe • Gegenmaßnahmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar • Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen Fachkompetenz - Verstehen

		• Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf • Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf Fachkompetenz - Analysieren • Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme Sozialkompetenz • Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung: • Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010. • Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011. • Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010. Weitere Informationen:

		https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/security-in-embedded-hardware

1	**Modulbezeichnung** 93098	**Software Exploitation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Software verfügt aufgrund ihrer Komplexität häufig unbekannte bzw. unerwünschte Zusatzfunktionalität, die durch geschickte Eingaben provoziert werden kann. Die Ursachen solcher Funktionalität werden als (Software-)Schwachstellen bezeichnet. Beschreibungen von Eingaben, die diese Funktionalität auslösen, nennt man Exploits. Software Exploitation umfasst demnach die Suche nach Schwachstellen in Software und die Erstellung von Exploits für diese Schwachstellen. Die Vorlesung gibt einen Überblick über verbreitete Klassen von Schwachstellen in Software und wie man sie ausnutzen kann. Der Einsatz der vermittelten Kenntnisse und Kompetenzen im Kontext von Ethik und Recht wird ebenfalls angesprochen. Begleitet wird die Vorlesung von Übungen, in denen die vorgestellten Konzepte von den Studierenden praktisch umgesetzt und vertieft werden. Dazu werden Übungsaufgaben gestellt, die nach einer Bearbeitungszeit von jeweils einer Woche gemeinsam mit den Übungsgruppenleitern besprochen werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• typische Schwachstellen in Quell- und Binärcode erkennen • Exploits für konkrete Schwachstellen erstellen • Eigenes Vorgehen rechtlich und ethisch bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93083	**Web-Security** Web security	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Matti Schulze
5	**Inhalt**	Web-Security befasst sich mit Angriffstechniken auf Webseiten und wie diese verhindert werden können. Dieses Modul beschäftigt sich mit diesen Inhalten, indem die Vorlesungen den Studierenden eine Auswahl von grundlegenden bis komplexeren Angriffen präsentiert. In den zugehörigen Übungen dürfen die Studierenden anhand eines "echten" Onlinedienstes diese Techniken selbst ausprobieren und in anfälligem Programmcode bestehende Schwachstellen patchen. Eine genaue Auswahl der Themen finden Sie unter https://cms.cispa.saarland/fows23/. Diese beinhaltet z.B.: - Cross-Site Scripting - Content Security Policy - Cross-Origin Communication - Cross-Origin Attacks - Database Insecurity - Infrastructure Security
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmenden erwerben einen Überblick über fortgeschrittene Konzepte und Methoden aus dem Bereich der Web-Security. Die Studierenden können die Schwächen in Web-Systemen erkennen und benennen. Sie können außerdem erläutern, wie man diese Schwachstellen ausnutzt und welche technischen Maßnahmen geeignet sind, diese Schwachstellen zu vermeiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Konzepte der Web-Security. Daher ist ein gewisses Vorwissen empfehlenswert. Es wird empfohlen, dass die Studierenden z.B. Sichere Systeme oder Angewandte IT-Sicherheit gehört haben. Des Weiteren bietet das CIPSA einen kleinen Fragebogen zur Selbsteinschätzung an. Es wird sehr empfohlen, diesen im Vorfeld durchzuarbeiten, um das eigene Vorwissen zu überprüfen. Den Fragebogen ist unter https://self-assessment.websec.saarland/ aufrufbar.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Organisation:

		Diese Veranstaltung findet als Lehrexport des CISPA Hemholtz Center for Information Security statt. Die Vorlesung wird von Dr. Ben Stock gehalten und per Stream in den Hörsaal übertragen. Die Übungsaufgaben werden ebenfalls durch das CISPA organisiert und korrigiert. Weitere Informationen finden Sie unter https://cms.cispa.saarland/fows23/. Eine erfolgreiche Teilnahme an den Übungen ist nötig, um das Modul als ganzes zu bestehen. Zusätzlich zu den Vorlesungen und Übungen des CISPA wird ein Tutorium von der FAU veranstaltet. Hier werden die jeweils vergangenen Übungsaufgaben zusammen durchgesprochen und Lösungsansätze gemeinsam erarbeitet.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (71%) Übungsleistung (29%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	Reading-Guide des CISPAs zur Vorlesung: https://swag.cispa.saarland/files/Reading_Guide.pdf

Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung

1	**Modulbezeichnung** 93210	**Didaktik der Informatik I** Teaching computer science I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc-Pascal Berges
5	**Inhalt**	• Grundlagen der informatikbezogenen Unterrichtsplanung und -gestaltung • Informatik und Informatikdidaktik im Wissenschaftskontext • Informatische Modellbildung • Programmieren im Informatikunterricht • Werkzeuge für den Informatikunterricht • Unterrichtsmethoden und -techniken • Aufgaben und Aufgabenkultur für einen kompetenzorientierten Informatikunterricht
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Informatikunterricht begründet zu planen, durchzuführen und zu reflektieren. Sie sind in der Lage, Unterrichtsinhalte motivierend, schülernah, verständlich und zielführend zu vermitteln. Sie können Elemente der Informatik in Alltagssituationen zur Motivation und als Modellierungsgrundlage heranziehen, Realsituationen informatisch modellieren, den Prozess des Modellierens schülerbezogen gestalten und Schülerinnen und Schüler beim Modellieren unterstützen. Sie • analysieren informatische Unterrichtsgegenstände fachdidaktisch und geben Unterrichtsziele outcomeorientiert an • charakterisieren die Wissenschaft Informatik und ihre Rolle im Bildungskontext (Computer Literacy, Great Principles of Computing, Computational Thinking) und geben eine eigene Definition für Informatik an • geben Ziele des Informatikunterrichts (gemäß Lehrplan Bayern) an und beschreiben beispielhaft Möglichkeiten zur Umsetzung dieser Ziele • geben zu Inhalten des Lehrplans konkrete durch die SuS zu erwerbende Kompetenzen an und gestalten entsprechenden Unterricht • beschreiben die roten Fäden" in den Lehrplänen für Informatik in Bayern und berücksichtigen diese in der Gestaltung von Unterricht • erläutern den Informationszentrierten Ansatz und seinen Einfluss auf den bayerischen Lehrplan • ordnen Inhalte des Lehrplans dem Gesamtkonzept des Lehrplans zu • beschreiben Informatische Modellbildung, geben Beispiele und Darstellungsformen für Modellierungstechniken an und

		begründen die Relevanz informatischen Modellierens für die Schulinformatik • erläutern und illustrieren den Modellbegriff und Modellbildungsprozess aus Sicht der Informatik an selbst gewählten Beispielen • wenden Theorie und Begriffe informatischer Modellbildung in der Gestaltung und Bewertung von Unterrichtsszenarien an • ordnen Beispiele und Werkzeuge des Informatikunterrichts den Klassen von Modellen zu (EIS) • diskutieren Stellenwert, Rolle und Ziele des Programmierens in der informatischen Bildung und im informationszentrierten Ansatz • diskutieren den Stellenwert von Modellierung und Programmierung im Informatikunterricht ihrer Schulform • grenzen die Begriffe Modellieren, Programmieren und Codieren voneinander ab • begründen aus historischer und aktueller Perspektive den Einsatz von Methoden und Werkzeugen für die Vermittlung von Programmierkompetenz • diskutieren den Einsatz visueller und textueller Programmiersprachen • wenden Werkzeuge für den Informatikunterricht begründet in der Gestaltung von Unterricht an. • nennen Kriterien für Werkzeuge und wählen Werkzeuge für den Informatikunterricht begründet aus • begründen den Einsatz der Projektmethode im Informatikunterricht erläutern deren Ziele • ordnen die Projektmethode in Kategorien der Sozial- und Lehr-/Lernformen ein • erstellen ein Szenario für ein Informatikunterrichtsprojekt • vergleichen Wasserfallmodell und Agile Methoden als Grundlage für die Durchführung eines Informatikprojekts • beschreiben agile Techniken und wenden diese in der methodischen Unterrichtsgestaltung an • strukturieren und bewerten Unterrichtsmethoden für den Informatikunterricht • wählen für gegebene Inhalte und Kompetenzen adäquate Unterrichtsmethoden begründet aus • erläutern verschiedene Unterrichtstechniken und -prinzipien anhand von adressierten Problemen, Zielen und Beispielen • nennen Qualitätskriterien für Aufgaben und Leitfragen zur Aufgabenentwicklung und wenden diese in der Analyse und Entwicklung von Aufgaben an • entwickeln Aufgaben hinsichtlich eines kompetenzorientierten Informatikunterrichts unter verschiedenen Gesichtspunkten (z.B. Öffnen von Aufgaben, Kontextorientierung, Kreativität) (weiter) und ordnen diese den GI-Bildungsstandards zu
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Modul 3050 Algorithmen und Datenstrukturen • Modul 3200 Theoretische Informatik für Lehramtsstudierende

		• Modul 3130 Konzeptionelle Modellierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hubwieser, Peter. Didaktik der Informatik. Springer-Verlag, 2007. • Schubert, Sigrid, and Andreas Schwill. Didaktik der Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, 2011. • Werner Hartmann, Michael Näf, and Raimond Reichert. Informatikunterricht planen und durchführen. Springer, 2007. • Meyer, Hilbert. Leitfaden Unterrichtsvorbereitung. Cornelsen Scriptor, 2007.

1	**Modulbezeichnung** 93220	**Didaktik der Informatik II** Teaching computer science II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum zur Anwendung von Informatiksystemen aus fachdidaktischer Sicht (4 SWS) Vorlesung: Didaktik der Informatik II (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Claudia Neuner Prof. Dr. Marc-Pascal Berges	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc-Pascal Berges
5	**Inhalt**	• Theoretische Fundierung der Didaktik der Informatik • Voraussetzungen und Rahmenbedingungen für Informatikunterricht • Lern- und Kompetenzziele des Informatikunterrichts
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, Informatikunterricht zu planen, durchzuführen, zu reflektieren und auf wissenschaftlicher Grundlage weiterzuentwickeln. Sie haben vertiefte fachbezogene Reflexionskompetenzen, informatikdidaktische Basis- und diagnostische Kompetenzen sowie informatikunterrichtsbezogene Handlungskompetenzen erworben. Sie sind in der Lage, Unterrichtsinhalte motivierend, schülernah, verständlich und zielführend zu vermitteln. Hierzu können sie entscheiden, welche Inhalte der Informatik für die Schule relevant sind und diese lerngruppenadäquat aufbereiten. Sie können Elemente der Informatik in Alltagssituationen zur Motivation und als Modellierungsgrundlage heranziehen und den Beitrag des Faches zur Allgemeinbildung beschreiben und transportieren. Sie können Realsituationen informatisch modellieren, den Prozess des Modellierens schülerbezogen gestalten und Schülerinnen und Schüler beim Modellieren unterstützen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird eine vorherige erfolgreiche Teilnahme am Modul "Didaktik der Informatik 1" (93211) wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Studienleistung Klausur (120 Minuten) Im Rahmen des Moduls erstellen die Studierenden ein Portfolio im Umfang von 40-100 Seiten. Sie wenden dabei die Methode des reflexiven Schreibens an.
11	**Berechnung der Modulnote**	Studienleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hubwieser, Peter. Didaktik der Informatik. Springer-Verlag, 2007. • Schubert, Sigrid, and Andreas Schwill. Didaktik der Informatik. Spektrum Akademischer Verlag, 2011.

Seminar

1	**Modulbezeichnung** 93870	**Seminar Ethik der Digitalisierung** Seminar: Ethics of digitalization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Tielemann
5	**Inhalt**	Das Seminar soll sich mit Fragestellungen der angewandten Ethik in Bezug auf den Digitalisierungsprozess beschäftigen. Hierzu sollen auch Methoden der ethischen Analyse und angewandten Ethik besprochen werden. Diese werden mit den Ergebnissen von technischen Analysen zusammengebracht. Hier werden vor allem die Schnittstellen zwischen Technik und Ethik besprochen und diskutiert wie man diese zusammenbringen kann. Und was mögliche Auswege aus angenommen „Dilemmata“ sein könnten. Um dies zu gewährleisten soll die Diskussion eines Themas, sowohl eine technische als auch eine ethische Diskussion umfassen. Voraussichtliche Themen: • Ethische Probleme von KI-Anwendungen • Kommunikationsverschleierung und Kryptographie • Dezentrale Währungssysteme • Ethische Herausforderungen der fortschreitenden Alltagsdigitalisierung • Das Phänomen „Feature-Creep“ aus ethischer Perspektive
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Lernziele und Kompetenzen:** Die Student:innen können Termini und Methoden der angewandten Ethik verstehen und anwenden. Sie kennen die wichtigsten akuten ethischen Überlegungen zu drängenden Fragen der Digitalisierung. Sie sind in der Lage ethische Probleme nach dem Stakeholderprinzip zu bewerten und die Ergebnisse zu analysieren. Die Student:innen sind in der Lage Texte selbständig zu bearbeiten und ein eigenes Verständnis über den Inhalt zu entwickeln. Die Student:innen können ein Thema vertieft bearbeiten, hierbei selbstständig Ergebnisse generieren und diese präsentieren, sowie die nachfolgende Diskussion leiten. Die Student:innen können die Diskussion eines Falles im Rahmen einer Seminararbeit zusammenfassen und strukturiert argumentieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Seminar Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Damit das Seminar als bestanden angerechnet werden kann, muss jede*r Teilnehmende eine Sitzun1g vorbereiten und leiten. Außerdem muss ein Essay zu einer selbstgewählten Thematik verfasst werden. Hierbei muss auf wissenschaftliche Arbeitsweise und Grundlagen geachtet werden. Der Umfang umfasst 7 bis 10 Seiten. Die Teilnehmerzahl ist auf 15 Personen beschränkt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Modulnote entspricht der Benotung des Essays.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik

1	**Modulbezeichnung** 47678	**Algorithmische Bioinformatik** Algorithmic Bioinformatics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Algorithmic Bioinformatics (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David Blumenthal
5	**Inhalt**	With the growing amount of readily available molecular profiling data, algorithms for analyzing these data are getting more and more important. This lecture provides a close-up view on a selection of these algorithms and introduces the biomedical problems which are addressed by them. In particular, the lecture will cover the following topics: • A very brief introduction to molecular biology. • Algorithms for global and local sequence alignment. • Algorithms for de novo sequence assembly. • Algorithms for secondary RNA structure prediction. • Algorithms for exploratory omics data analysis. • Algorithms for network alignment. • Algorithms for disease mechanism mining in biological networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • be able to explain the basics of molecular biology, • be able to explain fundamental algorithms used in the field, • be able to use paradigms of algorithm design such as dynamic programming, local search, and ant colony optimization in concrete application scenarios, • be able to reimplement the covered algorithms, • be able to provide detailed, technical explanations of the covered algorithms.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Since the lecture will be accompanied by programming exercises in Python, prior knowledge of this programming language is recommended. For students without prior experience, a very brief introduction to Python will be provided in the first two exercise sessions.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Pointers to relevant papers will be provided throughout the lecture and be made available on StudOn. As optional accompanying literature, the following textbooks are recommended: • Phillip Compeau & Pavel Pevzner: Bioinformatics Algorithms: An Active Learning Approach, Active Learning Publishers, 2018. • Patrick Siarry (Ed.): Metaheuristics, Springer International Publishing, 2016.

1	**Modulbezeichnung** 44445	**Cognitive Neuroscience for AI Developers** Cognitive neuroscience for AI developers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cognitive Neuroscience for AI Developers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist Dr. rer. nat. Patrick Krauß Dr. rer. nat. Achim Schilling	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Neuroscience has played a key role in the history of artificial intelligence (AI), and has been an inspiration for building human-like AI, i.e. to design AI systems that emulate human intelligence. Neuroscience provides a vast number of methods to decipher the representational and computational principles of biological neural networks, which can in turn be used to understand artificial neural networks and help to solve the so called black box problem. This endeavour is called neuroscience 2.0 or machine behaviour. In addition, transferring design and processing principles from biology to computer science promises novel solutions for contemporary challenges in the field of machine learning. This research direction is called neuroscience-inspired artificial intelligence. The course will cover the most important works which provide the cornerstone knowledge to understand the biological foundations of cognition and AI, and applications in the areas of AI-based modelling of brain function, neuroscience-inspired AI and reverse-engineering of artificial neural networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Explain the principles of neural information processing in the brain • compare and analyze methods from neuroscience to study neural networks • explain the neuroscientific underpinnings of artificial intelligence • explain principles and concepts of cognitive science • explain principles and concepts of neuroscience • compare and analyze machine learning methods to analyze neural data • explain approaches from deep learning to model brain function • discuss the commonalities of neuroscience and artificial intelligence • implement the presented methods in Python • explain concepts from cognitive neuroscience for the design of artificial intelligence systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Gazzaniga, Michael. Cognitive Neuroscience - The Biology of the Mind. W. W. Norton & Company, 2018. Ward, Jamie. The Student's Guide to Cognitive Neuroscience. Taylor & Francis Ltd., 2019. Bermúdez, José Luis. Cognitive Science: An Introduction to the Science of the Mind. Cambridge University Press, 2014. Friedenberg, Jay D., and Silverman, Gordon W. Cognitive Science: An Introduction to the Study of Mind. SAGE Publications, Inc., 2015. Gerstner, Wulfram, et al. Neuronal dynamics: From single neurons to networks and models of cognition. Cambridge University Press, 2014.

1	**Modulbezeichnung** 742026	**eHealth**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Wolfgang Rödle
5	**Inhalt**	Im Rahmen dieses Moduls wird ein breiter Überblick zu Themen rund um das Thema "eHealth" (deutsch: Gesundheitstelematik) vorgestellt. Im Gesundheitswesen kommen sehr viele unterschiedliche Akteure (Ärzte, Techniker, Politiker etc.), Gesetze (Datenschutz, Medizinproduktegesetz, Ethik-Kommissionen etc.) und technische Hilfsmittel (eRezept, Telematikinfrastruktur, Datenintegrationszentren etc.) zum Einsatz. Diese sind auf verschiedene Wege sehr komplex miteinander verbunden. Die Verbindungen und Zusammenhänge werden in diesem Modul den Studierenden vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Im Rahmen des Moduls soll ein Überblick der wichtigsten Themenbereich im Gesundheitswesen geschaffen werden sowie wichtige Begriffe, Konzepte und Beispiele aus dem Bereich des Gesundheitswesen mit starkem Bezug auf das E-Health-Gesetz und der Gesundheitstelematik vorgestellt und diskutiert werden. In den Online-Hausaufgaben bereiten die Studierenden sich vor und vertiefen die Themengebiete. • Überblick der Akteure im Gesundheitswesen • Stichworte im Gesundheitswesen (Datawarehouse, Quantified-Self, ETL-Prozesse, Machine-Learning, künstliche Intelligenz, Usability etc.) • Benutzerfreundlichkeit und Evaluationsmethoden • Ethik in der Medizin, Ethikkommission und Ethikanträge • Datenschutz • Medizinproduktegesetz • ETL-Prozess, Datawarehouse und Datenintegrationszentren • Digitalisierungswerkzeuge des Gesundheitswesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.) • Datenanalyse medizinischer Dokumentation • Anonymisierung und Pseudonymisierung von Daten Die Studierenden ... Fachkompetenz Wissen • geben die Akteure des Gesundheitswesen wieder • stellen die Verbindungen zwischen den Akteuren des Gesundheitswesen dar • erklären den Hintergrund der Ethik in der Medizin und kennen die Aufgaben der Ethikkommissionen in Deutschland • erklären den Umfang des Datenschutzes im medizinischen-technischen Bereich Verstehen

		• erklären Stichworte aus dem Gesundheitswesen mit Bezug auf Gesundheitstelematik (Datawarehouse, Quantified-Self, ETL-Prozess, Machine-Learning in der Medizin, künstliche Intelligenz in der Medizin, Benutzertauglichkeit / Usabity in der Medizin etc.) • erklären Methoden aus dem Bereich der Benutzertauglichkeit (Usability) und Evaluationsmethoden • klassifizieren Medizinprodukte (inklusive Software) • erklären den Aufbau eines Datawarehouses und Datenintegrationszentren im medizinischen Bereich • erklären einen ETL-Prozess (ETL - Extract Transform Load) • kennen und beschreiben verschiedene Digitalisierungswerkzeuge im Gesundheitsesen (eRezept, ePatientenakte, eMedikationsplan etc.) • kennen Grundlegende Methoden zur Analyse von medizinischer/klinischer Dokumentation Anwenden • schreiben einen Ethikantrag • anonymisieren und pseudonymisieren medizinische Daten • erstellen eine Krankenakte, eKrankenakte und ePatientenakte
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	u.a. • Simon, Michael (2017). Das Gesundheitssystem in Deutschland - Eine Einführung in Struktur und Funktionsweise. ISBN 978-3-456-85743-5.DOI http://doi.org/10.1024/85743-000 • Aktuelle Nachrichten aus "Deutsches Ärzteblatt"

1	**Modulbezeichnung** 741318	**Einführung in die Bioinformatik für die Translationale Medizin**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Meik Kunz
5	**Inhalt**	Das Zeitalter des Big Data produziert immer größere Datenmengen in der Medizin, die es gilt, wissenschaftlich auszuwerten. Die Bioinformatik stellt Werkzeuge und Analysetools bereit, die erlauben, Muster und Zusammenhänge in Daten zu erkennen, welche zu einem besseren Verständnis von Krankheitsmechanismen und neuen diagnostischen und therapeutischen Ansätzen beitragen. In der Vorlesung lernen die Studierenden Grundlagen, Methoden und Konzepte der Bioinformatik für die medizinische Forschung kennen.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden
		• haben einen grundlegenden Überblick über Werkzeuge, Forschungsplattformen und Fragestellungen der Bioinformatik in Bezug auf die medizinische Anwendung
		• kennen grundlegende Konzepte, Algorithmen und statistische Grundlagen der Bioinformatik für die medizinische Forschung
		• kennen grundlegende Konzepte der Informationssysteme und Datamining für die Bioinformatik
		• kennen Methoden der Hochdurchsatz-Sequenzierung und Molekulardiagnostik
		• kennen Standardmethoden für DNA-, RNA- und Protein-Omicsanalysen
		• kennen Standardmethoden für das Drug-Targeting und die molekulare Modellierung
		• kennen grundlegende Methoden für die klinische Entscheidungsunterstützung (personalisierte Medizin)
		• können selbstständig bioinformatische Analysen für medizinische Fragestellungen durchführen
		Fachkompetenz
		Wissen
		•
		  ° Methoden der Analyse von Hochdurchsatzdaten
		  ° Methoden der Sequenzanalyse
		  ° Methoden der RNA- und Proteinstrukturanalyse
		  ° Methoden der statistischen Analyse in der Bioinformatik
		  ° Methoden des Maschinellen Lernens für die klinische Entscheidungsunterstützung
		  ° Methoden für das Drug-Targeting und die molekulare Modellierung
		  ° Methoden für die Modellierung von Signalwegen und biologischer Systeme
		  ° wenden Techniken und Algorithmen der Bioinformatik auf biologische und medizinische Fragestellungen an

		Erschaffen entwickeln Analysewege und -skripte für bioinformatische Analysen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93300	**Einführung in die Medizinische Informatik** Introduction to medical informatics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Einführung in die Medizinische Informatik für Informatik-Nebenfachstudierende (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Werner Adler Wolfgang Rödle Prof. Dr. Wolfgang Uter Dr. Meik Kunz Prof. Dr. Oliver Amft PD Dr. Heiko Gaßner Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Wolfgang Rödle
5	**Inhalt**	Die Vorlesung soll an medizinischer Informatik interessierten Studenten einen groben thematischen Überblick über verschiedene Schwerpunkte der Medizinischen Informatik geben. Vorgestellte Themenbereiche: • Informationssysteme im Gesundheitswesen • Medizinische Biometrie und Epidemiologie • mHealth • Bioinformatik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Ziel dieser Vorlesung ist es, den Studenten einen ersten Überblick über die verschiedenen methodischen Schwerpunkte der Medizinischen Informatik zu verschaffen, damit diese die Kompetenz erwerben, das Fach nachfolgend anhand ihrer eigenen Interessensgebiete zu vertiefen. Neben den Vorlesungen sind eine Reihe von Übungsaufgaben zu bearbeiten. Diese beinhalten einerseits das selbständige Recherchieren und Erschließen verschiedener Themen/Probleme/ Aufgabenstellungen der Medizinischen Informatik, andererseits ermöglichen sie das Vertiefen der in der Vorlesung vermittelten Lehrinhalte. Fachkompetenz Wissen • nennen die Grundbegriffe im Bereich Epidemiologie und Biometrie • nennen grundlegende Werkzeuge und Fragestellungen der Bioinformatik Verstehen • Informationssysteme und ihre Zusammenhänge im Krankenhaus erläutern • Prozessmodelle im Krankenhaus skizzieren • Grundlagen zu klinischer Dokumentation erklären • einen Überblick zu Gesundheitstelematik-Werkzeugen (z.B. eRezept oder eMedikationsplan) veranschaulichen • Funktionen und Inhalte der verschiedenen elektronischen AKten (eKA, ePA, eGA) aufzeigen

		• erläutern die Zielsetzung von mHealth und Digital Health, sowie der wesentlichen Eigenschaften von kontextbewussten Systemen • erklären den Aufbau und die grundlegenden Eigenschaften von inertialen Messsystemen und akustischen Aufnehmern • erklären empirische Methoden zur Analyse der Modellanpassung • erklären grundlegende statistische Tests • erklären grundlegende Konzepte und Algorithmen der Bioinformatik • erklären bioinformatische Methoden für die Analyse von DNA-, RNA- und Protein-Sequenzen • erklären bioinformatische Methoden für die klinische Entscheidungsunterstützung Anwenden • wenden das Bayes'sche Theorem und Varianten an, sowie die Maximum A-posterior Entscheidungsregel zur Klassifikation von Merkmalen aus Sensordaten • wenden die Grundkenntnisse auf einfache Problemstellungen in Biostatistik und Epidemiologie an • wenden grundlegende bioinformatische Analysemethoden auf einfache medizinische Fragestellungen an Analysieren • analysieren Kontexterkennung, insbesondere in der isolierten Klassifikation von Aktivitäten anhand von inertialen Sensordaten aus körpergetragenenen / Wearable Systemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Bildverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Biometrie Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Schwerpunkt Physiologie Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22600	**Geschäftsprozessmanagement und Informationstechnologie** Business process management systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: IT-gestütztes Geschäftsprozessmanagement (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	Die zielgerichtete Nutzung der Informationstechnologie (IT) hat erheblichen Einfluss auf die Effizienz von Geschäftsprozessen. Sie unterstützt nicht nur den operativen Ablauf selbst, sondern liefert auch wichtige Beiträge für die Gestaltung und Optimierung von Arbeitsabläufen. Die Vorlesung mit praktischer Übung in Kleingruppen vermittelt Methoden und Werkzeuge für die Prozesserfassung, -analyse und automatisierte Unterstützung durch IT-Systeme. Praktische Beispiele sollen zeigen, wie administrative und klinische Abläufe beispielsweise als Behandlungspfad für eine effiziente und wirtschaftliche Krankenversorgung entwickelt und umgesetzt werden können. Neben der Prozessmodellierung und -ausführung werden auch Methoden zum Aufbau umfassender Management Informationssysteme unter Verwendung von Data Warehouse/Business Intelligence Technologien vorgestellt und an praktischen Implementierungen erläutert. Schließlich wird ein Ausblick auf weiterführende Themen wie mobile Prozesse, CRM, B2B oder auch auf Governance und Maturity Modelle gegeben. --- Da die Verlinkungen in UnivIS nicht richtig funktionieren: Dieses Modul und die dazugehörige Vorlesung gilt für Master Medical Process Management und Master Informatik (Nebenfach und Vertiefungsgebiet). Die Prüfung ist eine schriftliche 60min Klausur.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studenten Fachkompetenz Wissen kennen gängige Prozessmodellierungssprachen und verstehen deren Unterschiede. Sie können eine davon auch anwenden Verstehen • kennen und verstehen Erhebungsmethoden bei der Modellierung von Prozessen • kennen und verstehen die typischen Einsatzgebiete von prozessunterstützenden Methoden und Werkzeugen • kennen und verstehen das Konzept eines Data Warehouses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22910	**Informationssysteme im Gesundheitswesen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Informationssysteme im Gesundheitswesen [Informatik/Medizintechnik] (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Wolfgang Rödle Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt PD Dr. Dennis Toddenroth Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch Dr. med. Lorenz Kapsner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	In diesem Modul wird ein Überblick über die Architektur und Einsatzgebiete von Informationssystemen im Gesundheitswesen gegeben. Es wird hierbei sowohl auf Informationssysteme im Krankenhaus als auch auf Systeme im niedergelassenen Bereich eingegangen. Aufgabengebiete und Funktionalitäten beispielhafter medizinischer Informationssysteme werden vorgestellt. Gleichzeitig wird auch auf die EDV-gestützte Vernetzung der verschiedenen Institutionen im Gesundheitswesen (Gesundheitstelematik, Telemedizin) sowie die Entstehung elektronischer Patientenakten eingegangen. Das Modul besteht aus einem Vorlesungsteil (2x 90 Minuten) und einem Teil für eigene praktische Übungen, in denen die jeweiligen Themen u.a. durch Informationsrecherche im Internet vertieft werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Verstehen • erläutern unterschiedliche Prozesse des Gesundheitswesens die durch IT-Systeme unterstützt werden. • unterscheiden zwischen der Vielzahl verschiedener IT-Systeme im Gesundheitswesen (z.B. klinische Arbeitsplatzsysteme, Elektronische Krankenakte, Abteilungssysteme in diagnostischen und therapeutischen Funktionsbereichen, Arztpraxissysteme, Apothekeninformationssysteme, Anwendungen zur Forschungs-IT) und deren Funktionalität • verstehen die Heterogenität der IT-Landschaften im Gesundheitswesen und die Herausforderungen in Bezug auf die Interoperabilität zwischen den Systemen Anwenden • identifizieren Kommunikationsprozesse im Krankenhaus • erfassen der passenden Kommunikations- und Nachrichtenstandards des Gesundheitswesens zur Etablierung von Schnittstellen • analysieren IT-Landschaften in Einrichtungen des Gesundheitswesens • konzipieren eine in sich konsistente Gesamt-IT-Architektur Analysieren

		• erschließen sich Prozessabläufe im Gesundheitswesen und können daraus notwendige IT-Systeme und deren Schnittstellen ableiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22980	**IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus** IT, service, safety and risk management in hospitals	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: IT- Service-, Sicherheits- und Risikomanagement im Krankenhaus (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch Wolfgang Rödle Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	In dieser Vorlesung wird ein Überblick über Methoden des IT-Servicemanagements (angelehnt an ITIL und die Norm ist ISO/IEC 20000) vorgestellt. Aufgrund seines engen Zusammenwirkens mit dem IT-Risikomanagementprozess (unter besonderer Berücksichtigung der Norm EIC 80001-1 bei der Einbindung von Medizinprodukten in medizinische Netzwerke) und den zugehörigen Prozessen des IT-Sicherheitsmanagements (ISO 27001) werden auch diese beiden Themen in der Vorlesung vorgestellt. Die Studenten lernen den Unterschied zwischen der eher technisch basierten Sicht auf Soft- und Hardwareartefakte und der an Geschäftsprozessen eines Krankenhauses orientierten Bereitstellung von IT-Services kennen. Alle Konzepte und Vorgehensweisen werden anhand praktischer Beispiele aus dem Krankenhausumfeld illustriert. Die Veranstaltung besteht aus einem Vorlesungsteil (1x 90 Minuten) (2 SWS) und einem Teil für eigene praktische inhaltliche Stofferarbeitung, in denen ausgewählte Themen u.a. durch Informationsrecherche im Internet vertieft werden (Online-Übung). (2 SWS)

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz
		Verstehen
		• beschreiben die in der ITIL-Prozesslandkarte verankerten Prozesse und die damit verbundenen Kernkonzepte
		• beschreiben die verschiedenen Aufgabenstellungen im Kontext der IT-Bereitstellung und des IT-Betriebs eines Krankenhauses
		• erklären die Bedeutung eiens servicebasierten IT-Planungs- und Betriebskonzepts
		• beschreiben Grundkonzepte des BSI Grundschutzes
		Analysieren
		• klassifizieren die ITIL Phasen (IT-Service Strategie, IT Service Design, IT Service Transition, IT Service Operation, Continual Service Improvement)
		• assoziieren die definierten ITIL-Prozesse
		Evaluieren (Beurteilen)
		•
		  º erschaffen Lösungen für Projekte zur Einführung eines IT-Servicemanagementsystems in Krankenhäusern
		  º übernehmen dabei in Eigeninitiative Teilaufgaben

		° etablieren einen strukturierten IT-Risikomanagementprozess, inklusive dem Zusammenspiel zwischen IT-Risikomanagement und IT-Sicherheitsmanagement ° gestalten aktive Beiträge zum Aufbau eines IT-Sicherheitsmanagementsystems in einem Krankenhaus
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Leistungsschein
11	**Berechnung der Modulnote**	Leistungsschein (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22991	**Klinische Datenwissenschaften** Clinical data science	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Dennis Toddenroth
5	**Inhalt**	Der zunehmende Umfang elektronisch vorliegender klinischer Daten erweitert die Möglichkeiten, diese auch zur automatisierten Analyse bisher unentdeckter medizinischer Zusammenhänge und zur Erzeugung neuen medizinischen Wissens zu verwenden. Derartige Datenauswertungen hängen oft nicht von einzelnen Fragestellungen oder Hypothesen ab, insofern unterscheiden sich die angewendeten Methoden auch von entsprechend etablierten statistischen Verfahren. Die wissenschaftliche Nutzung von Patientendaten aus dem Behandlungsalltag bringt allerdings auch neue Herausforderungen mit sich, wie beispielsweise eine gezielte Berücksichtigung unterschiedlicher Datenstrukturen und vielfältiger klinischer Formulare. Diese Veranstaltung thematisiert die Anwendung automatisierter Auswertungsmethoden auf Patientendaten. Nach einem vergleichenden Überblick über das übliche Vorgehen zur Generierung medizinischen Wissens (biometrische Grundlagen u. Studientypen) werden Grundprinzipien und Gemeinsamkeiten unterschiedlicher Verfahren zur automatisierten Datenanalyse behandelt; anschließend werden einzelne Methoden und Anwendungsbeispiele vertieft, und Ansätze zur statistischen Bewertung erläutert. Innerhalb der Veranstaltung wird eine praktische Einführung in die Programmiersprache R vermittelt (http://www.r-project.org/). Die Teilnehmer sollen sich dabei in praktischen Übungen auch selbständig in einzelne Analyseverfahren einarbeiten, um diese dann auf klinische Beispieldatensätze praktisch anzuwenden und die so erzeugten Beobachtungen kritisch zu interpretieren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern Grundprinzipien und Einteilung von Machine-Learning-Verfahren. • verstehen Einteilung und Merkmale diverser relevanter klinischer Daten. • verstehen Charakteristika der Programmiersprache R und wenden diese an. • implementieren R-Skripte zur Anwendung von Machine-Learning-Verfahren auf Patientendaten. • überprüfen Resultate automatisierter Analysen vielfältiger klinischer Daten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	MSc-Studium in Informatik, Einführung in die Medizinische Informatik.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Han, Kamber, Pei: Data Mining - Concepts and Techniques (3rd ed.) • An Introduction to R (http://cran.r-project.org/doc/manuals/R-intro.pdf) • Kourou et al.: Machine learning applications in cancer prognosis and prediction (2015) • Bellazzi and Zupan: Predictive data mining in clinical medicine: current issues and guidelines (2008)

1	**Modulbezeichnung** 92270	**Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik** Machine learning in clinical bioinformatics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Maschinelles Lernen in der klinischen Bioinformatik (Vorlesung mit Übung) (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt Dr. Meik Kunz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Meik Kunz
5	**Inhalt**	Methoden des Maschinellen Lernens gewinnen zunehmend an Bedeutung in der Bioinformatik. Insbesondere kann auf diese Weise die immer wachsende Datenflut systematisch ausgewertet und Muster erkannt werden, welche zu innovativen diagnostischen und therapeutischen Verfahren in der Medizin beitragen können. In der Vorlesung lernen die Studierenden fortgeschrittene Methoden und Konzepte des Maschinellen Lernens der Bioinformatik für die klinische Forschung kennen.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studenten...
		Fachkompetenz
		Wissen
		•
		  ○ Methoden der Analyse von Hochdurchsatzdaten
		  ○ Methoden der Sequenzanalyse und Genvorhersage
		  ○ Methoden der Identifizierung und Analyse regulatorischer Elemente
		  ○ Methoden der RNA- und Proteinstrukturanalyse und -klassifikation
		  ○ Methoden der statistischen Analyse in der Bioinformatik
		  ○ Methoden der Bewertung von Klassifikationsmodellen
		  ○ Methoden des Clustering und Regression für die klinische Entscheidungsunterstützung
		  ○ Methoden der Dimensionsreduktion von Daten
		  ○ Methoden der funktionellen Enrichmentanalyse von biologischen Molekülen
		  ○ Methoden der Target-Interaktions-Vorhersage
		  ○ wenden fortgeschrittene Techniken und Algorithmen des Maschinellen Lernens auf medizinische Fragestellungen an Erschaffen entwickeln Analysewege und -skripte des Maschinellen Lernens für die Bioinformatik

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 22850	**Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1** Medical knowledge processing 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	Die Studierenden grenzen konventionelle Software von wissensbasierten Systemen bzw. medizinischen Expertensystemen ab. erklären grundlegende Inferenzstrategien wie Vorwärts- und Rückwärtsverkettung. kennen den einzigen verbreiteten Standard für medizinische Wissensrepräsentation. nutzen die Arden-Syntax zum Erstellen von Wissensmodulen. kennen historisch bedeutsame Expertensysteme und deren Inferenzstrategien. erklären grundlegende Aspekte der Arzneimitteltherapiesicherheit. diskutieren die Schwierigkeiten bei der Integration wissensbasierter Funktionen in die klinische Routine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erklären den Unterschied zwischen konventioneller Software und wissensbasierten Systemen bzw. medizinischen Expertensystemen. erklären grundlegende Inferenzstrategien wie Vorwärts- und Rückwärtsverkettung. erklären und nutzen den bisher einzigen Standard für medizinische Wissensrepräsentation. kennen historisch bedeutsame Expertensysteme und deren Inferenzstrategien. erstellen selbständig standardisierte Wissensmodule. erklären grundlegende Aspekte der Arzneimitteltherapiesicherheit. verstehen die Schwierigkeiten bei der Integration wissensbasierter Funktionen in die klinische Routine.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Vertiefungsrichtung Kryptographie

1	**Modulbezeichnung** 93006	**Cryptocurrencies**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Köhner Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	Bitcoin was invented in 2009 and led to paradigm shifts in cryptocurrencies and distributed computing. Before its invention, two beliefs were carved in stone: First, cryptocurrencies are only of theoretical interest. Second, the Byzantine generals' problem cannot be solved in virtually any practical setting. Both views were refuted and led to new broad fields of research. This lecture introduces cryptocurrencies and explains why Bitcoin succeeded where many other approaches failed before. A preliminary list of topics covered are the following (subject to change): • Cryptographic e-cash • Blockchain • Bitcoin Protocol • Nakamoto Consensus • Bitcoin Community and Politics • Alternative Mining Approaches • Alternative Coins: Ethereum, Anonymous Payments, Zero-Knowledge Cash • Other state-of-the-art topic related to cryptocurrencies
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Studierenden kennen die wesentlichen Eigenschaften digitaler Währungen und können diese auch vergleichen. Analysieren Die Studierenden können digitale Währungen untersuchen und überprüfen, ob diese die grundlegenden Eigenschaften einer digitalen Währung erfüllen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können unterschiedliche digitalen Währung miteinander vergleichen und je nach Anwendung einen geeigneten Kandidaten ermitteln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in math, probability theory, cryptography, and computer security is assumed. It would be ideal if you have done a cryptography and/or security class at FAU or during your previous studies somewhere else. Motivated students without this background are also welcome to the course. However, we would expect some more spirited efforts from you.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Introduction to Modern Cryptography, Jonathan Katz and Yehuda Lindell, CRC Press 2nd edition Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction by Arvind Narayanan, Joseph Bonneau, Edward Felten, Andrew Miller, Steven Goldfeder In jeder Vorlesung werden Referenzen auf wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 93206	**Cryptographic Communication Protocols** Cryptographic communication protocols	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Paul Rösler
5	**Inhalt**	Almost every secure communication protocol relies on some form of initial key exchange. Using such an exchanged initial key, the communication participants can employ encryption protocols to protect the actual transmitted payload. In order to achieve strong(er) security guarantees, modern communication systems, such as secure messengers, additionally renew the exchanged key material regularly during the communication. This lecture begins with understanding the simplest forms of key exchange – Key Encapsulation Mechanisms (e.g., ElGamal KEM) and Non-Interactive Key Exchange (e.g., Diffie Hellman Key Exchange) – and gradually introduces relevant extensions to eventually understand how modern (messaging) protocols renew the exchanged key material. A preliminary list of topics covered are the following (subject to change): Simple Building Blocks: Encryption, Key Encapsulation Mechanisms, Diffie Hellman Key Exchange, and ElGamal; Standard Security Definitions: Indistinguishability, Chosen Plaintext Attacks, and Chosen Ciphertext Attacks; Definitions for Key Encapsulation Mechanisms; Forward Secrecy for Key Exchange: Two-Pass Key Exchange, Forward-Secure KEMs, and Identity Based Encryption; Authenticated Key Echange: Signed Diffie Hellman and KEM-based Authentication; Real-World Key Exchange: TLS, Noise, and X3DH; Forward Security and Post-Compromise Security: From Symmetric Channel to Ratcheted Key Exchange; Ratcheted Key Exchange: From Unidirectional to Bidirectional Communication and back; Unidirectional Ratcheted Key Exchange: Construction and Proof; Key-Updatable KEM and Real-World Ratcheting: Signal, WhatsApp, and Extensions; Double Ratchet and Ratcheted Key Exchange in Groups: Tree-based Diffie Hellman; TreeKEM and Extensions: Dynamic Groups, Concurrency, MLS Standard, and the European DMA; Summary, Questions and Answers.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen: Die Studierenden verstehen, wie Sicherheitsziele abstrahiert und definitiert werden, sie kennen die wesentlichen Eigenschaften moderner Schlüsselaustauschprotokolle und können diese auch vergleichen. Analysieren:

		Die Studierenden können moderne Schlüsselaustauschprotokolle untersuchen und überprüfen, ob diese die gängigen Eigenschaften erfüllen. Evaluieren (Beurteilen): Die Studierenden können für den jeweiligen Einsatzzweck geeignete Eigenschaften spezifizieren, unterschiedliche Schlüsselaustauschprotokolle miteinander vergleichen und dementspreched einen geeigneten Kandidaten ermitteln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in math, probability theory, cryptography, and computer security is assumed. It would be ideal if you attended a cryptography and/or security class at FAU or during your previous studies somewhere else. Motivated students without this background are also welcome to the course. However, we would expect some more spirited efforts from you.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Introduction to Modern Cryptography, Second Edition, Jonathan Katz and Yehuda Lindell; A Graduate Course in Applied Cryptography, Dan Boneh and Victor Shoup. In jeder Vorlesung werden Referenzen auf wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 93207	**Cryptographic Communication Protocols: Key Exchange and Channels** Cryptographic communication protocols	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Paul Rösler
5	**Inhalt**	Almost every secure communication protocol relies on some form of initial key exchange. Using such an exchanged initial key, the communication participants can employ encryption protocols to protect the actual transmitted payload. In order to achieve strong(er) security guarantees, modern communication systems, such as secure messengers, additionally renew the exchanged key material regularly during the communication. This lecture begins with understanding the simplest forms of key exchange – Key Encapsulation Mechanisms (e.g., ElGamal KEM) and Non-Interactive Key Exchange (e.g., Diffie Hellman Key Exchange) – and gradually introduces relevant extensions to eventually understand how modern (messaging) protocols renew the exchanged key material. A preliminary list of topics covered are the following (subject to change): Simple Building Blocks: Encryption, Key Encapsulation Mechanisms, Diffie Hellman Key Exchange, and ElGamal; Standard Security Definitions: Indistinguishability, Chosen Plaintext Attacks, and Chosen Ciphertext Attacks; Definitions for Key Encapsulation Mechanisms; Forward Secrecy for Key Exchange: Two-Pass Key Exchange, Forward-Secure KEMs, and Identity Based Encryption; Authenticated Key Echange: Signed Diffie Hellman and KEM-based Authentication; Real-World Key Exchange: TLS, Noise, and X3DH; Forward Security and Post-Compromise Security: From Symmetric Channel to Ratcheted Key Exchange; Ratcheted Key Exchange: From Unidirectional to Bidirectional Communication and back; Unidirectional Ratcheted Key Exchange: Construction and Proof; Key-Updatable KEM and Real-World Ratcheting: Signal, WhatsApp, and Extensions; Double Ratchet and Ratcheted Key Exchange in Groups: Tree-based Diffie Hellman; TreeKEM and Extensions: Dynamic Groups, Concurrency, MLS Standard, and the European DMA; Summary, Questions and Answers.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen: Die Studierenden verstehen, wie Sicherheitsziele abstrahiert und definitiert werden, sie kennen die wesentlichen Eigenschaften moderner Schlüsselaustauschprotokolle und können diese auch vergleichen.

		Analysieren: Die Studierenden können moderne Schlüsselaustauschprotokolle untersuchen und überprüfen, ob diese die gängigen Eigenschaften erfüllen. Evaluieren (Beurteilen): Die Studierenden können für den jeweiligen Einsatzzweck geeignete Eigenschaften spezifizieren, unterschiedliche Schlüsselaustauschprotokolle miteinander vergleichen und dementspreched einen geeigneten Kandidaten ermitteln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in math, probability theory, cryptography, and computer security is assumed. It would be ideal if you attended a cryptography and/or security class at FAU or during your previous studies somewhere else. Motivated students without this background are also welcome to the course. However, we would expect some more spirited efforts from you.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Introduction to Modern Cryptography, Second Edition, Jonathan Katz and Yehuda Lindell; A Graduate Course in Applied Cryptography, Dan Boneh and Victor Shoup. In jeder Vorlesung werden Referenzen auf wissenschaftliche Arbeiten gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 93015	**Einführung in die moderne Kryptographie** Introduction to modern cryptography	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die moderne Kryptographie (4 SWS) Übung: Einführung in die moderne Kryptographie (Übung) (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Schröder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Köhner Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	This course gives a comprehensive introduction to modern cryptography. The course also serves as a base for other courses on cryptography that are offered by the chair. The topics covered are the following: • Information theoretic security • Computational security • Private key Encryption • Message Authentication Codes • Hash functions • Public key Encryption • Digital Signatures More advanced topics may be covered if time permits.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the student is guaranteed to be knowledgeable on the basic concepts of provable security.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	No previous knowledge in Cryptography or computer Security is required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 165 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Introduction to Modern Cryptography Jonathan Katz and Yehuda Lindell 2nd Edition (2014)

		(Chapman & Hall/CRC Cryptography and Network Security Series) ISBN-13: 978-1466570269

1	**Modulbezeichnung** 93680	**Introduction to Privacy** Introduction to privacy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	This course gives an introduction to people-centric privacy and shows how to use methods and techniques from cryptography, distributed computing, and data analysis. It covers topics from different areas such as: • Data anonymization techniques such as k-anonymity, k-closeness, l-diversity, differential privacy • Anonymous communication • Privacy for blockchains and cryptocurrencies • Privacy enhancing technologies
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the students understand the difficulty of realizing privacy-preserving systems, understand the different terminologies, and use privacy-enhancing technologies to improve privacy in practical systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in IT security, mathematics, networks, and cryptography
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Scientific papers that will be referred to during each lecture

Hauptseminar

1	**Modulbezeichnung** 93655	**Advanced Competitive Programming** Advanced competitive programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Competitive Programming (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Paul Wild	

4	**Modulverantwortliche/r**	Paul Wild
5	**Inhalt**	Es werden verschiedene Algorithmen, algorithmische Methoden und Datenstrukturen vorgestellt, wie sie insbesondere im Kontext von Programmierwettbewerben wie dem ICPC zur Anwendung kommen. • Algorithmen zur schnellen Polynommultiplikation • Siebmethoden zur Berechnung zahlentheoretischer Funktionen • Datenstrukturen zur Verarbeitung intervallbasierter Anfragen auf Arrays und Bäumen • Methoden zur Optimierung Dynamischer Programmierung • Sweep-Verfahren aus der Algorithmischen Geometrie • Suffixarrays und Anwendungen Bei etwa der Hälfte der Termine finden jeweils Vorträge statt, in denen die verschiedenen Konzepte und Algorithmen durch die Studierenden vorgestellt werden. Bei den verbleibenden Terminen werden diese von den Studierenden umgesetzt bzw. implementiert und in Übungsaufgaben zur Anwendung gebracht. Dabei demonstrieren und erklären die Studierenden die Arbeitsweise ihrer Implementierung.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	•
		  ° Wissen: Die Studierenden geben Probleme aus dem Bereich der Wettbewerbsprogrammierung und die zu ihrer Lösung verwendeten Algorithmen wieder.
		  ° Analysieren: Die Studierenden unterscheiden verschiedene Algorithmen hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Laufzeitkomplexität und begründen deren Korrektheit.
		  ° Anwenden: DIe Studierenden implementieren die gelernten Algorithmen eigenständig und sauber, sodass diese die jeweiligen Probleme korrekt und innerhalb vorgegebener Zeitschranken lösen.
		•
		  ° Die Studierenden erarbeiten sich die Konzepte eigenständig aus den zur Verfügung gestellten Materialien und geben diese in einem strukturierten Vortrag klar und verständlich wieder.
		•
		  ° Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• A. Laaksonen: Guide to Competitive Programming, Springer, 2017. • F. Halim und S. Halim: Competitive Programming 3, the new lower bound of programming contests, Lulu.com, 2013. • T. Cormen et al.: Introduction to Algorithms, MIT Press, 2001. • J. Erickson: Algorithms, self published, 2019.

1	**Modulbezeichnung** 97008	**Advanced Design and Programming (5-ECTS)** Advanced design and programming (5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming. Dieser Kurs wird auf Deutsch gehalten. It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study. This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE. Students learn the following concepts: Class-Level • Method design • Class design • Classes and interfaces • Subtyping and inheritance • Implementing inheritance • Design by contract Collaboration-Level • Values vs. objects • Role objects • Type objects • Object creation • Collaboration-based design • Design patterns Component-Level • Error handling • Meta-object protocols • Frameworks and components • Domain-driven design • API evolution The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see https://github.com/dirkriehle/wahlzeit . Class is held as a three hour session with a short break in between. Students should have a laptop ready with a working Java programming setup. Sign-up and further course information are available at https://adap.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn to recognize, analyze, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming

		• Students learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	INF-AuD or compatible / equivalent course
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• See https://adap.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 380491	**Advanced Methods of Software Engineering (5-ECTS)**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Advanced Methods of Software Engineering (VUE) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches advanced methods of software engineering. Topics covered are: • Test-driven development • Kanban and lean software development • Continuous delivery incl. continuous deployment The course builds on the learnings from ADAP and AMOS. Both courses or equivalent skills are preconditions for participating in AMSE. AMSE projects, like final theses, support the groups development work. Thus, students may have to sign a contributor agreement. Sign-up and further course information are available at https://amse.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn concepts and tools of continuous delivery and test-driven development • Students gain experience with continuous delivery in the context of a development project
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• OSS-ADAP • OSS-AMOS
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://amse.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 93079	**Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie** Algebraic and logical aspects of automata theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie (2 SWS, WiSe 2023)	5 ECTS
3	Lehrende	apl.Prof.Dr. Stefan Milius	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl.Prof.Dr. Stefan Milius
5	**Inhalt**	Automaten als mathematische Formalisierung zustandsbasierter Systeme gehören zu den wichtigsten Werkzeugen der Theoretischen Informatik und besitzen zahlreiche Anwendungen, von der Compilerentwicklung bis zur Verifikation reaktiver Systeme. In dieser Veranstaltung, die an die Anfängervorlesungen des Informatikstudiums anknüpft, werden wichtige Querverbindungen zwischen der Automatentheorie und Gebieten der Mathematik (Algebra, Topologie und Logik) hergestellt. Folgende Themen werden behandelt: • Erkennung von regulären Sprachen durch Monoide und Halbgruppen • Proendliche Gleichungen und Varietäten von Sprachen • Logische Beschreibung regulärer Sprachen, Ehrenfeucht-Fraïssé-Spiele • Automaten, Algebra und Logik auf unendlichen Wörtern und Bäumen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben elementaren Definitionen, Begriffe und Fakten der algebraischen Sprachtheorie wieder. Verstehen Die Studierenden • erläutern grundlegende Begriffe der Halbgruppentheorie und der Topologie • erklären die Äquivalenz zwischen monadischer Logik 2. Stufe und regulären Sprachen • erklären die Äquivalenz zwischen Monoid erkennbaren und regulären Sprachen Anwenden Die Studierenden • beschreiben mit Hilfe von logischen Formeln formale Sprachen • konstruieren algebraische Erkenner für reguläre Sprachen • spezifizieren Klassen von regulären Sprachen durch Folgen von Gleichungen oder proendliche Gleichungen Analysieren Die Studierenden analysieren mathematische Beweise, diskutieren die entsprechenden Argumentationen und legen diese schriftlich nieder. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden • ermitteln, ob eine vorgelegte Sprache durch die Logik erster Stufe beschreibbar ist Erschaffen Die Studierenden • entwickeln eine logische Sichtweise für weitere Automatenmodelle und Typen von formalen Sprachen. • arbeiten Korrespondenzen zwischen Automatenmodellen und algebraischen Strukturen aus. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden

		• beherrschen das grundsätzliche Konzept des Beweises als hauptsächliche Methode des Erkenntnisgewinns in der theoretischen Informatik. Sie überblicken abstrakte Begriffsarchitekturen. • vollziehen mathematische Argumentationen nach, erklären diese, führen diese selbst und legen sie schriftlich nieder. Sozialkompetenz Die Studierenden lösen Probleme in kollaborativer Gruppenarbeit und präsentieren erarbeitete Lösungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Grundlagen der Logik in der Informatik • Berechenbarkeit und formale Sprachen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• J.-E. Pin: Mathematical Foundations of Automata Theory • D. Perrin, J.-E. Pin: Infinite Words, Academic Press, 2004 • H. Straubing: Finite Automata, Formal Logic, and Circuit Complexity, Birkhäuser, 1994 • E. Grädel, W. Thomas, T. Wilke: Automata, Logic, and Infinite Games, Springer, 2002

1	**Modulbezeichnung** 93126	**Automaten über unendlichen Wörtern** Automatons over infinite words	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Es besteht keine Anwesenheitspflicht; regelmäßige aktive Teilnahme wird aber erwartet.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Büchi-, Street- und Muller-Automaten • Unendliche Spiele und Determiniertheit • Determinisierung, Safra/Piterman-Konstruktion • Komplementierung • Alternierung • Baumautomaten • Modaler mu-Kalkül • Monadic Second Order Logic
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate der Theorie der unendlichen Spiele und Automaten über unendlichen Strukturen wieder. Verstehen Die Studierenden erläutern grundlegende algorithmische Verfahren für Automaten und Spiele. Anwenden Die Studierenden teilen Automaten- und Spielbegriffe hinsichtlich ihrer Komplexität und ihrer Ausdrucksstärke ein. Erschaffen Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Das Seminar setzt Kenntnisse in Automatentheorie voraus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Prüfungsleistung besteht in einer Ausarbeitung und einem 90-minütigen erfolgreichen Vortrag.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Erich Grädel, Wolfgang Thomas, Thomas Wilke: Automata, Logics, and Infinite Games: A Guide to Current Research. Lecture Notes in Computer Science 2500, Springer, 2002. Nir Piterman: From Nondeterministic Büchi and Streett Automata to Deterministic Parity Automata. Logical Methods in Computer Science 3(3) (2007) Oliver Friedmann, Martin Lange: The Modal mu-Calculus Caught Off Guard. TABLEAUX 2011: 149-163 Damian Niwinski, Igor Walukiewicz: Games for the mu-Calculus. Theor. Comput. Sci. 163: 99-116 (1996) _____

1	**Modulbezeichnung** 93138	**Big Data Seminar** Big Data seminar	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Big Data Seminar (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dominik Probst Demian Vöhringer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	• Spannende Inhalte des Forschungsfeldes Big Data • Selbstständige Einarbeitung in führende Technologien • Industriegetriebene wissenschaftliche Fragestellungen • Eigene Themenvorschläge ebenfalls gerne willkommen!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • arbeiten mit wissenschaftlicher Literatur; • vereinheitlichen unterschiedliche Begriffbildungen; • fassen ihre Exzerpte in einem Vortrag zusammen; • formulieren eine kurze Zusammenfassung des Vortrags (Extended Abstract) • vertreten ihre Auffassung in einer Diskussion
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zu gleichen Teilen zusammen aus der Seminarausarbeitung (ca. 10 Seiten) und dem Vortrag (ca. 30 Min. Präsentation, zzgl. 15 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96950	**Blockchain Seminar (BLOCK)** Blockchain seminar (BLOCK)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47638	**Coaching Agile Methods Teams** Coaching Agile methods teams	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93184	**Commercial Open Source Startups (OSS-COSS)** Commercial open source startups (OSS-COSS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how the software industry works, how commercial open source works, and how to spin-off from the university. It consists of four main components: • The software industry • Commercial open source • Open source projects • University spin-offs Class is run as two 90min blocks, one for the lecture, and one for the exercises. Sign-up and further course information are available at https://coss.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn about the software industry and its players • Students learn about commercial open source startups • Students learn how to get an open source project off the ground • Students learn how to spin-off a startup from university
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://coss.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 93118	**Cryptographic Protocols** Cryptographic protocols	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Cryptographic protocols which are usually not covered by an introductory course in cryptography, for example signature schemes with special properties (such as ring and blind signatures) and attribute / identity based encryption. Besides the definitions and security properties of the single schemes, the seminar disusses also existing instantiations for the protocols.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the students understand how to work with scientific literature and to present the topics in an understandable way. Furthermore they learn about the important non standard cryptographic protocols and their applications.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Erfolgreiche Teilnahme an mindestens einer Kryptographie-Vorlesung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 645663	**Deep Reinforcement Learning** Deep reinforcement learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 309624	**Doktorandenseminar** Reading Group	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Doktorandenseminar i13 (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Schröder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Köhner Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	Discussion of state-of-the-art research in cryptography, security, and related areas.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Presenting state-of-the-art topics in cryptography
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	At least one of the lectures / seminars offered by the chair.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47637	**Geschichte der Rechentechnik** History of computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Die Geschichte der Rechentechnik I (2 SWS) Übung: Übung zu Geschichte der Rechentechnik (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.phil. Felix Schmutterer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.phil. Felix Schmutterer
5	**Inhalt**	Gegenstand des Seminars sind die Meilensteine der Rechentechnik" ausgehend vom 19. Jahrhundert. Diese einschneidenden Entwicklungen von Rechenmaschinen zu ersten Werkzeugen der Datenverarbeitung werden zunächst den Ausgangspunkt bilden. Turingmaschinen" und die neuen Bedürfnisse" von Militär wie etwa Chiffrierung und De-Chiffrierung werden dann zentrale Themen des Seminars bilden. Im Fokus steht dabei stets die Funktionsweise der Maschinen. Darüber hinaus werden die Rechner konsequent im Kontext ihrer Zeit diskutiert werden. Insbesondere wird dabei auf die steigenden Anforderungen und die veränderlichen Einsatzmöglichkeiten wie etwa im Falle der Enigma einzugehen sein. Die genauen Themen werden zu Semesterbeginn festgelegt. Die Themenliste kann beim Dozenten erfragt werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren und arbeiten mit historischen Quellen und wissenschaftlicher Literatur aus den Bereichen Informatik und Geschichte • beschreiben Aspekte der Rechentechnik • erarbeiten sich die Fähigkeit, wichtige Aspekte für einen wissenschaftlichen Vortrag darzustellen und strukturieren diesen • vertreten ihre Auffassung in einer Diskussion und hinterfragen ihr Thema • konzipieren und formulieren eine schriftliche Zusammenfassung des Vortrags
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47614	**Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Green AI - AI for Sustainability and Sustainability of AI (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Eva Dorschky René Raab	

4	**Modulverantwortliche/r**	Eva Dorschky Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	Can we use AI to combat global climate change? How can advances in machine learning and data science help to monitor climate crises and to conserve nature? What is the role of AI in reducing greenhouse gas emissions in the manufacturing industries, transportation infrastructure, agriculture, and power sector? In this seminar, we will develop and discuss future perspectives of AI for sustainability, considering the sustainability of AI itself. Current advances in machine learning, particularly deep learning, are enabling new applications but are accompanied by an exponential increase in computational cost and thus significant carbon emissions (Schwartz et al., 2020; Vinuesa et al., 2020). In this seminar, we will learn about important aspects of improving the sustainability of machine learning algorithms. This seminar offers a different perspective on machine learning as taught in other courses, namely its role in global climate change. This aspect is becoming increasingly important in research, but also in industry. Therefore, this seminar provides the following items: • Introduction to "Green AI" versus "Red AI" • Guests talks on related research topics • Group discussions on future prospects of AI, specifically machine learning • Best practices for literature review and scientific presentations • Literature review on Green AI in certain areas in groups • Scientific talk of each student on one specific topic
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will analyze • the opportunities that AI offers to combat global climate change • the negative impact of AI on global climate change • current research topics in the field of "Green AI" Students will be able to • discuss and work in a group • perform and write a literature review • give a scientific presentation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in machine learning is required to take part in the seminar. Students are expected to have completed one or more basic courses, such as PR, PA, IntroPR, DL, MTLS, or equivalent.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Schwartz, Roy et al. (2020). "Green ai. In: Communications of the ACM 63.12, pp. 54 63. Vinuesa, Ricardo et al. (2020). "The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. In: Nature communications 11.1, pp. 110.

1	**Modulbezeichnung** 100657	**IT-Sicherheits-Seminar** IT security seminar	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: IT-Sicherheits-Konferenzseminar (Master) (0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christian Eichenmüller Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Wechselnde Themen aus dem Bereich IT-Sicherheit.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in ein vorgeschlagenes oder nach Absprache frei gewähltes Thema aus dem Bereich der IT-Sicherheit ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und halten ihn. Zu den hier zu erwerbenden Kompetenzen zählen die Literaturrecherche, korrektes Zitieren, die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden, zielgruppengerechtes Schreiben sowie der Umgang mit dem Textsatzsystem LaTeX. In jedem Wintersemester findet das Seminar als Konferenzseminar statt. Hier üben die Studierenden dann auch das Prozedere ein, das beim Einreichen einer wissenschaftlichen Arbeit bei einer Konferenz üblich ist: Unter anderem lernen sie, die Arbeiten anderer Personen im Review-Prozess zu beurteilen und Kritik und Verbesserungsempfehlungen auszusprechen sowie für die eigene Arbeit anzunehmen und umzusetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 655844	**Kolloquium im Bereich Mustererkennung** Colloquium: Pattern recognition	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kolloquium: Kolloquium Inverse Problems and Applications (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Learning Approaches for Medical Big Data Analysis (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Hybride Bildgebung (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Image Analysis (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Image Fusion (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Animal Speech (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Computer Vision (2 SWS) Kolloquium: Seminar Physik in der Medizin (MR-Physik: Laun/ Nagel) (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Human Speech (2 SWS) Kolloquium: Kolloquium Precision Learning (2 SWS)	- - - - - 2,5 ECTS - - 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Fabian Wagner Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Dalia Rodriguez Salas Daniel Stromer Prof. Dr. Torsten Kuwert Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Alexander Barnhill Frauke Wilm Dr.-Ing. Vincent Christlein Prof. Dr. Frederik Bernd Laun Prof. Dr. Armin Michael Nagel PD Dr. Daniel Giese Prof. Dr. Florian Knoll Prof. Dr. Moritz Zaiß Paula Andrea Pérez Toro Mingxuan Gu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Felix Denzinger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Fabian Wagner
5	**Inhalt**	Die Studierenden wählen ein Seminarthema aus dem Forschungsgebiet des jeweiligen Kolloquiums und werden so an die aktuelle Forschung auf diesem Gebiet herangeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Literaturrecherche. • arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in das Spezialgebiet des jeweiligen Kolloquims ein. • wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars, insbesondere andere Studierende, verständlich ist.

		• lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen. • halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Teilnahme an unseren Kolloquien eignet sich insbesondere für Studierende in der Vertiegungsrichtung Mustererkennung, die bereits eine Vorlesung oder ihre Bachelor-/Masterarbeit in dem entsprechenden Themengebiet des Kolloquiums gemacht haben und Interesse an den aktuellen Forschungsthemen des jeweiligen Spezialgebiets haben.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47657	**Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)** Legged locomotion of robots + laboratory project (LLR-L)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	**Inhalt**	Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. In addition, students will do a lab project. This will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz
		Wissen
		•
		  ° The students understand the theoretical background of concepts of robot locomotion.
		  ° The students are able to differentiate between different concepts of robot locomotion.
		  ° The students are able to understand the stability and energetics in robot locomotion.
		  ° The students are able to transfer their knowledge about robot locomotion to new use cases. Analysieren The students are able to analyse and discuss new ideas and research potentials for robot locomotion.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93096	**Iterative Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme** Iterative solution methods for linear and non-linear systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christoph Pflaum
5	**Inhalt**	• Einführung in die einzelnen Phasen der Softwareentwicklung: Anforderungsanalyse, Spezifikation, Entwurf, Implementierung, Test, Wartung • Beispielhafter Einsatz ausgewählter repräsentativer Verfahren zur Unterstützung dieser Entwicklungsphasen • Ergonomische Prinzipien Benutzungsoberfläche • Objektorientierte Analyse und Design mittels UML • Entwurfsmuster als konstruktive, wiederverwendbare Lösungsansätze für ganze Problemklassen • Automatisch unterstützte Implementierung aus UML-Diagrammen • Teststrategien • Refactoring zur Unterstützung der Wartungsphase
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden auf Basis der bereits erworbenen Programmierkenntnisse systematische und strukturierte Vorgehensweisen (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Bewältigung der Komplexität im Zusammenhang mit dem Programmieren-im-Großen" an; • benutzen ausgewählte Spezifikationssprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und OCL), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren und durch ausgewählte Entwurfsverfahren umzusetzen; • wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an; • reproduzieren allgemeine Entwurfslösungen wiederkehrender Probleme des Software Engineering durch Verwendung von Entwurfsmustern; • erfassen funktionale und strukturelle Testansätze; • setzen Refactoring-Strategien zur gezielten Erhöhung der Software-Änderungsfreundlichkeit um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	Lehrbuch der Softwaretechnik (Band 1), Helmut Balzert, 2000

1	**Modulbezeichnung** 358246	**Machine Learning [5 ECTS]** Machine learning [5 ECTS]	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Machine Learning: Advances (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Philippsen Tobias Feigl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	Dieses Seminar führt in das Themengebiet des tiefen Lernens ein. Tiefes Lernen ist eine der gefragtesten Fähigkeiten in der künstlichen Intelligenz. Verfahren des tiefen Lernens haben beispielswiese alle bisherigen Benchmarks für die Klassifizierung von Bildern, Text und Sprache weit übertroffen. Tiefes Lernen ermöglicht und verbessert einige der interessantesten Anwendungen der Welt, wie autonome Fahrzeuge, Genomforschung, humanoide Robotik, Echtzeitübersetzung und es besiegt die besten menschlichen Go-Spieler der Welt. Ziel des Seminars ist eine umfassende Einführung in das tiefe Lernen. Basierend auf maschinellem Lernen wird daher erklärt, wie tiefes Lernen funktioniert, wann und warum es wichtig ist und die wesentlichen Verfahren beleuchtet. Zu den Verfahren gehören: (1) Architektur und Hyperparameter; (2) mehrschichtiges Perzeptron; (3) Mischungen neuronaler Netze; (4) tiefes Lernen für Sequenzen (Hidden Markov-Modelle, wiederkehrende neuronale Netze, bidirektionales/Langzeit-Kurzzeitgedächtnis, Gated Recurrent Unit, Temporal Convolutional Network); (5) tiefes Lernen für Bilder (Faltungs-Neuronale Netze); (6) tiefes/ verstärkendes Lernen; (7) Markov-Prozesse (Gaußsche Prozesse und Bayes'sche Optimierung, grafische Modelle und Bayes'sche Netze, Kalman- und Partikelfilter); (8) Online-Lernen und Spieltheorie; (9) unüberwachtes Repräsentationslernen und generative Methoden (allgemeine gegnerische Netzwerke, Variational Autoencoder); (10) Datenerweiterung und Transferlernen. Die genannten Themen sind an den aktuellen Forschungsstand angepasst und wechseln sich jährlich ab. Das Seminar gibt einen Einblick in die Welt des tiefen Lernens und befähigt den Studierenden eine wissenschaftliche Präsentation und Ausarbeitung anzufertigen, um individuell erworbenes Wissen einem Fachpublikum vermitteln zu können.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnahme an diesem Seminar ermöglicht den Studierenden sich in der Kompetenz tiefes Lernen auszubilden und erlerntes Wissen in Form einer angeleiteten Präsentation und Ausarbeitung wissenschaftlich darzustellen und zu kommunizieren: Die Studierenden erlangen oder erweitern durch das Seminar die Kompetenz und das Wissen: • prinzipielle Vorgehensweisen beim tiefen Lernen zu erläutern, • Vor- und Nachteile einzelner Methoden zu untersuchen, • Chancen und Grenzen des tiefen Lernens zu erläutern, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren, • fachspezifische Fragen für das Gebiet zu beantworten,

		• Konzepte des tiefen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung in Applikationsgebieten der Industrie, Sozialwesen, Bildung und Sport zu erlernen, • Datenvorverarbeitung, DL-Methoden und Interpretation der Ergebnisse in konkreten Fragestellungen zu modellieren und zu adaptieren. Weiter trainiert das Seminar die Studierenden im wissenschaftlichen Arbeiten, um selbstständig: • erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten, • sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten, • Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden und zu motivieren, • eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln, • einen Vortrag passend für einen vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen, • eine Ausarbeitung im Stil einer wissenschaftlichen Publikation mit Latex anzufertigen, • Sprache, Sprachangemessenheit, Inhalt sowie Aufbau und die wissenschaftliche Darstellung einer wissenschaftlichen Ausarbeitung zu verinnerlichen, • und die eigene Kognition und Kreativität in der Ausarbeitung zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• G. Goodfellow und Y. Bengio und A. C. Courville: Deep Learning, mitp-Verlag, 2015 • R. S. Sutton und A. G. Barto: Reinforcement Learning: An Introduction, MIT Press, 1998 • F. V. Jensen: An Introduction To Bayesian Networks, Springer, 1996

		• R. Rojas: Theorie der neuronalen Netze - eine systematische Einführung, Springer, 1993 • J. Schmidhuber: Deep learning in neural networks: An overview, J. Intl. Neural Network Society (INNS), 2015 • D. Silver et al.: Mastering the game of Go with deep neural networks and tree search, J. Nature, 2016 • F. Chollet: Deep Learning with Python, Manning Publications, 2017 • A. Müller und S. Guido: Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists, O'Reilly UK Ltd., 2016 • T. J. Hastie und R. Tibshirani und J. H. Friedman: The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Springer Series in Statistics, 2009

1	**Modulbezeichnung** 404439	**Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS)** Nailing your thesis (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis. The course covers the following topics: • Science and society • The research process • Theory building research • Theory validation research • Writing a research thesis/paper • The scientific community Students can choose one or both of two components: • VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block. • PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work. Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students gain an understanding of how science works • Students learn how to perform research work • Students learn how to write a research thesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)

12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 47673	**Network medicine**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Network Medicine (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. David Blumenthal
5	**Inhalt**	Network medicine is an emerging research field which leverages techniques from molecular biology, bioinformatics, combinatorial optimization, and artificial intelligence to uncover potential disease mechanisms and candidates for causally effective treatments in heterogeneous molecular networks. In this seminar, students will dive into selected hot topics in network medicine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will • be able to explain hot topics in the field of network medicine, • be able to identify, understand, and contextualize relevant research literature, • be able to give a presentation for a scientific audience, • be able to write an academic report.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Some prior knowledge in graph theory and/or network science is recommended.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant literature will be made available in StudOn. For background reading, students can consult the following textbook: • Loscalzo, Joseph, Albert-László Barabási, and Edwin K. Silverman (eds.): Network Medicine: Complex Systems in Human Disease and Therapeutics. Harvard University Press, 2017.

1	**Modulbezeichnung** 941318	**Neuartige Rechnerarchitekturen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Die Entwicklung moderner CPUs hat eine interessante Evolution durchlaufen. Angefangen bei einfachen Single-Core CPUs wurde zunächst die Taktschraube immer weiter nach oben gedreht. Als dies aus thermischen Grund nicht weiter möglich war, wurden Parallelrechner aus ihrer akademischen Nische vertrieben und zum Allgemeingut eines jeden Informatikers. Neuere Entwicklung zeigen nun den Einsatz von heterogenen Rechnerarchitekturen, also die Verbindung verschiedener Recheneinheiten wie CPUs, GPUs, FPGAs, um mittels Spezialhardware anfallende Aufgaben schneller und energieeffizienter lösen zu können. Neuste Forschungsansätze hingegen versuchen nun auch den Hauptspeicher eines Rechners "intelligent" zu machen und Prozessoren direkt in den Speicher zu integrieren - sogenanntes in- oder near-memory-Computing. Ziel dieses Moduls ist das ... ... kennen, ... verstehen, ... verwenden, ... vergleichen, und evaluieren verschiedener Rechnerarchitekturen von der Multi-Core CPU bis zum FPGA-Near-Memory-Beschleuniger. Anhand praktischer Anwendungen (z.B. Neuronale Netze, Bildverarbeitung, Autonomes Fahren) können die Architekturen erprobt werden. Hierzu wird jedem Teilnehmenden ein Thema/Architektur zur Bearbeitung übertragen, welche sie/er selbstständig wissenschaftlich in einer schriftlichen Ausarbeitung und didaktisch in einem Vortrag aufarbeitet und präsentiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Lernende können Wissen über die Grundprinzipien moderner Rechnerarchitekturen (Intel, ARM CPUs; AMD, Nvidia GPUs; FPGAs, Beschleunigerkerne) wiedergeben. Verstehen Lernende verstehen die Grundprinzipien der Datenverarbeitung der einzelnen Architekturen; im speziell verstehen sie ob und warum eine vorgegebene Architektur besonders gut für die Lösung eines Problems geeignet ist. Lernende verstehen die unterschiedlichen Ansätze zur Parallelismus der vorgestellten Architekturen. Anwenden

		Lernende sind in der Lage Anwendungen auf den vorgegebenen Architekturen z.B. durch Programmierung umzusetzen. Hierzu erklären Studierende wie die Parallelisierungstechniken in bestehenden Architekturen eingesetzt werden. Evaluieren (Beurteilen) Lernende evaluieren die Eignung von Architekturen, bestimmte Probleme effizient auf diese Abbilden zu können. Sozialkompetenz Lernende können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und eigene Standpunkte in einer Fachdiskussion argumentativ vertreten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93144	**The AMOS Project (PO Role, SEMI 5 ECTS)**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: The AMOS Project (UE) (2 SWS) Vorlesung: The AMOS Project (VL) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches agile methods (Scrum and XP) and open source tools using a single semester-long project. Topics covered are: • Agile methods and related software development processes • Scrum roles, process practices, including product and engineering management • Technical practices like refactoring, continuous integration, and test-driven development • Principles and best practices of open source software development The project is a software development project in which each student team works with an industry partner who provides the idea for the project. This is a practical hands-on experience. Students can play one of two primary roles: • Product owner. In this function, a student defines, prioritizes, communicates, and reviews requirements. The total effort adds up to 5 ECTS. • Software developer. In this function, a student estimates their effort for requirements and implements them. The total effort adds up to 10 ECTS. Students will be organized into teams of 7-8 people, combining product owners with software developers. An industry partner will provide requirements to be worked out in detail by the product owners and to be realized by the software developers. The available projects will be presented in the run-up to the course. Class consists of a 90min lecture followed by a 90min team meeting. Rooms and times for team meetings are assigned at the beginning of the semester. You must be able to regularly participate in the team meetings. If you can't, do not sign up for this course. Students choosing the software developer role must have prior software development experience. Sign-up and further course information are available at https://amos.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn about software products and software development in an industry context • Students learn about agile methods, in particular, Scrum and Extreme Programming

		• Students gain practical hands-on experience with a Scrum process and XP technical practices
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47636	**Coaching Agile teams**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Coaching Agile Teams (VL) (2 SWS) Übung: Coaching Agile Teams (UE) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to coach agile software development teams. This is a practical course, in which students play the role of a Scrum Master for an AMOS project team. In this role students will be responsible for retrospectives, managing impediments, and overall process improvement. In addition, students will plan, run, and report about a workshop for the AMOS project team intend to improve the team's performance. To participate, you must have successfully completed a prior AMOS project, either as a product owner or software developer. Class is run as two 90min. blocks, one for short lectures and class discussion, one for the exercise, where the student is playing a Scrum master role. Sign-up and further course information are available at https://coach.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn how to coach agile software development teams
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students must have completed the AMOS-PO or SD role
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (50%) Seminarleistung (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://coach.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 304439	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)** Nailing your thesis (VUE 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This course teaches students how to perform scientific research for their final thesis or a research paper. The goal is to prepare students for a Bachelor or Master research thesis. The course covers the following topics: • Science and society • The research process • Theory building research • Theory validation research • Writing a research thesis/paper • The scientific community Students can choose one or both of two components: • VUE (VL + UE or seminar), 4 SWS, 5 ECTS. VUE combines lectures with homework and exercises. VUE is run as a 3h block. • PROJ (small research project), 2 SWS, 5 ECTS. In PROJ, students perform a small research project, either individually or in teams. The available projects will be presented at the beginning of the course. Students perform the research, write a paper, and hold a presentation about their work. Sign-up and further course information are available at https://nyt.uni1.de - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students gain an understanding of how science works • Students learn how to perform research work • Students learn how to write a research thesis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 47639	**Privacy and Legal Aspects of Immutable Blockchains** Privacy and legal aspects of immutable blockchains	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Privacy and Legal Aspects of Immutable Blockchain (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dominique Schröder Dominic Deuber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dominic Deuber Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	Blockchains not only allow transaction data to be stored, but also any other data. This allows useful applications, such as time-stamping services. However, it also opens up the possibility of storing content that may be illegal in some countries. This raises serious questions that we will address in this seminar: • How is it technically possible to store possibly illegal content on blockchains? • What are the legal consequences of illegal content? • What methods are there to deal with illegal content? • How good are these methods from a legal point of view?
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the students will know how to critically examine scientific publications and how to assess a topic in computer science from the perspective of another discipline. In particular, the students learn about the legal consequences of illegal content on blockchains and the technical solutions to address them.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students should have basic knowledge of how blockchains works. Legal knowledge (e.g. a minor in law) is desirable, but not required. However, there should be an interest in dealing with legal issues, as they are an essential part of the seminar.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93179	**Recent Advances in Cryptography** Recent advances in cryptography	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	In this seminar we are exploring recent advances in the area of cryptography. The students are required to familiarize themselves with recent scientific publications, give a 45 minute talk, and provide a summary of at least 4 pages counted without pictures. After each talk there will be a discuccsion about the presented paper.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the students understand how to work with scientific literature and to present the topics in an understandable way. Furthermore, they learn about measures of privacy and the application thereof with privacy enhancing technologies.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Kryptographie Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected publications

1	**Modulbezeichnung** 93188	**Research Data Skills** Research data skills	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Marcus Walther
5	**Inhalt**	Einstieg in Elemente des Forschungsdatenmanagements Der nachhaltige Umgang mit Forschungsdaten gehört heute zum Handwerkszeug und nimmt bei Forschungsprojekten einen immer größeren Raum ein. In diesen Seminar werden folgende Themen bearbeitet: • FAIR-Prinzipien • Versionsverwaltung mit GIT und gitlab • Forschungsinformationen • Datenablage, -dokumentation und -übergabe • scientific workflows • Nutzung von Repositorien • Urheberrecht an Daten und Software • ... offene Themen im Bereich FDM ... Die Studierenden erstellen zum gewählen Thema Präsentationen im Umfang von 15-30 Minuten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Einarbeitung in die Fragestellung • Zusammenarbeit mit beteiligten Wissenschaftler/innen • Verständnis komplexer Workflows im Lebenszyklus digitaler Forschungsdaten und Evaluierung der praktischen Machbarkeit • Identifikation von bestehenden Hindernissen und Entwicklung von Lösungsansätzen (organisatorisch, Entwicklung von Software-Tools in Prototypenstadium, ...) • Dokumentation und Präsentation der ermittelten Ergebnisse
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die Literatur wird je nach Thema vergeben.

1	**Modulbezeichnung** 93204	**Cryptography in Secure Messaging: Understanding and Enhancing Signal** SecMsg	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Cryptography in Secure Messaging: Understanding and Enhancing Signal (4 SWS, WiSe 2023)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Paul Rösler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Köhner Prof. Dr. Dominique Schröder
5	**Inhalt**	The purpose of this seminar is to obtain an overview of modern messaging protocols used in applications like WhatsApp and Signal. For this, we start with scientific publications that analyze Signal's Double-Ratchet protocol, continue with publications that propose enhancements for it, and end with publications that investigate the strongest possible security messaging protocols can theoretically provide. Each participant will present the core idea of one publication. Furthermore, each student embeds their publication into the related work by explaining the direct relation to an earlier publication. The presentation will consist of a 45 minute talk and a 15 minute discussion. Additionally, each student has to hand in a summary of at least 4 pages counted without pictures. Of these 4 pages at least 1 page explains the relation to a publication presented by another student in this seminar.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successfully passing the course, the students understand how to work with scientific literature, how to present the core idea of a single publication, and how to explain such an idea in the context of a broader research domain. Furthermore, they obtain an overview of modern key-exchange and messaging protocols used by billions of users every day.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected publications

1	**Modulbezeichnung** 47643	**Seminar Advanced Algorithms in Medical Image Processing** Seminar: Advanced algorithms in medical image processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Deep Learning-based algorithms showed great performance in many fields of image processing and pattern recognition and compete with technologies such as compressive sensing and iterative optimization. The basis for the success of these algorithms is the availability of large amounts of data (big data) for training and of high computing power (typically GPUs). In this seminar, we try to explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of certain topics, for example, graph neural networks, unsupervised learning, differentiable learning, invertible learning, neural ordinary differential equations, transfer learning, multi-task learning, uncertainty DL, etc.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able to • perform their own literature research on a given subject • independently research this subject • present and introduce the subject to their student peers • give a scientific talk in English according to international conference standards
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47642	**Seminar Advanced Deep Learning** Seminar: Advanced deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Advanced Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 871263	**Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged** Seminar: Beautiful algorithms - Algorithms unplugged	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	Viele Algorithmen lösen nicht "einfach nur" das Problem, für das sie ausgedacht worden sind, sie sind oft auch ästhetisch sehr ansprechend. Sie benutzen anschauliche Ideen auf überraschend schlaue Art und Weise, oder sie verwenden Ideen aus einem Bereich bewundernswert clever in einem anderen Einsatzbereich wieder. Ziel dieses Seminares ist es, einige dieser Algorithmen kennenzulernen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bekommen Texte, lesen diese und suchen zusätzlich einige der Hintergrundaufsätze und stellen "ihre" Algorithmen in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung vor.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben wieder, wie sie die neu erlernten Begrifflichkeiten und Verfahren in die bislang im Studium kennengelernten Abläufe und Themenkomplexe einordnen, in dem sie kurz benötigte Fakten darlegen. Verstehen Die Studierenden präsentieren ggf. konkrete Beispiele, auf die die neu erworbenen Kenntnisse angewandt werden, und skizzieren die Vor- und Nachteile der neu erlernten Inhalten. Anwenden Die Studierenden vergleichen die neu erlernten Inhalte mit zuvor, ggf. im gleichen Seminar kennengelernten Inhalten und beschreiben ggf. neue Anwendungsgebiete. Analysieren Die Studierenden bewerten die neu erlernten Inhalte, indem sie wissenschaftlich belastbare Aussagen treffen und mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutieren. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden ordnen die neuen Inhalte in den Gesamtkontext des entsprechenden Themengebietes ein und präsentieren fundierte Stellungnahmen zur Qualität der vorgestellten Ergebnisse. Erschaffen Die Studierenden können neue Anwendungsgebiete identifizieren und bekannte Verfahren verbessern oder mit neuen Ideen bekannte Probleme besser lösen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93186	**Seminar Applied Software Engineering** Seminar: Applied software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Applied Software Engineering (0 SWS) Hauptseminar: Applied Software Engineering Master-Seminar (SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Riehle
5	**Inhalt**	This module lets students fulfill their degree program's seminar obligation by fulfilling a seminar topic in software engineering and/or open source. We prefer that you use one of our existing courses for your seminar obligation, but are willing to have you for a one-off topic if none of our courses fit. Seminar topics should be in the domain of (applied) software engineering and may or may not include open source software as a topic. You can find current seminar / project / thesis topics at https://oss.cs.fau.de/fun ; all topics are customizable to your needs (ECTS points). If you find something that interests you, please talk to the respective person listed in the topic description (bottom of document, usually).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn to analyze and summarize a software engineering topic and to present it in class
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 886484	**Seminar: Ausgewählte Kapitel aus "The Art of Computer Programming"**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Keszöcze
5	**Inhalt**	Donald E. Knuth ist vielen Studierenden der naturwissenschaftlichen und technischen Fächer hauptsächlich durch sein Textsatzsystem LaTeX bekannt. Sein wissenschaftliches Hauptwerk ist jedoch das Buch "The Art of Computer Programming" (TAOCP). Anders als der Titel suggeriert, handelt es sich bei dem Buch um kein Programmierhandbuch, sondern vielmehr um ein allumfassendes Kompendium von Algorithmen und Datenstrukturen. Es wird zu Recht als "die Bibel aller fundamentalen Algorithmen" bezeichnet. Insbesondere interessant ist, dass Knuth durch seine Herangehensweise bzw. Darstellung einer völlig neue Sichtweisen auf schon bekannte Probleme erlaubt. Dieses Seminar widmet sich ausgesuchten Kapiteln aus TAOCP. Teilnehmer setzen sich mit den Inhalten auseinander und stellen diese in einem Vortrag und einer schriftlichen Ausarbeitung vor. Die Ausarbeitung kann einen Programmieranteil enthalten. Nach Rücksprache können auch eigene Kapitel ausgesucht werden. Auf Wunsch kann der Vortrag und/oder die Ausarbeitung auf Englisch verfasst werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Studierenden tragen grundlegende Inhalte aus dem Buch "The Art of Computer Programming" vor. Anwenden Die Studierenden können eigenständig neue Beispiele und Anwendungsszenarien aufstellen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können die vorgestellten Inhalte in einen wissenschaftlichen Kontext setzen und ihre Güte beurteilen. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in einen Abschnitt aus "The Art of Computer Programming" ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext zu verstehen und aufzuarbeiten. Die Studierenden lernen, wissenschaftliche Inhalt mündlich sowie schriftlich leicht verständlich darzustellen. Selbstkompetenz

		Die Studierenden können eigene Stärken und Schwächen im Bereich ihrer Präsentationstechniken reflektieren und die eigene Entwicklung planen. Sozialkompetenz Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93154	**Seminar Computer Vision** Seminar: Computer vision	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 514944	**Seminar Deep Learning** Seminar deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47658	**Seminar: Digital Pathology and Deep Learning** Seminar: Digital pathology and deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Digital Pathology and Deep Learning (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger Prof. Dr. Samir Jabari	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	**Inhalt**	Pathology is the study of diseases and aims to deliver a fine-grained diagnosis to understand processes in the body as well as to enable targeted treatment. In this area, the opportunities for digital image processing are vast: While the need for precision medicine, i.e., taking into account various co-dependencies when formulating the best possible treatment for a patient, is high, the number of pathologists ist not increasing accordingly. Deep learning-based techniques can be used for different objectives in this scope. Examples include screening large microscopy images for specific rare events, providing visual augmentation with analysis data. Additionally, the availability of massive data collections, including genomics and further biological factors, can be utilized to determine specific information about diseases that were previously unavailable. This seminar is offered to students of medicine as well as computer sciences and medical engineering and similar. Students will have to present a topic from this field in a short (30 min) and comprehensive presentation. List of topics: • Staining and special stains (including immunohistochemistry, enzyme-based dyes and tissue microarrays) • Current computational pathology • Knowledge/Feature fusion into a diagnosis • Histopathology quality control • Data sets as limiting factor - limits of current data sets • Large scale / clinical grade solutions • Computational and augmented tumor grading • In vivo microstructural analysis • Big data in pathology (multi-omics) • Histology image registration • Staining differences and stain normalization • Transfer learning and domain adaptation • Explainable AI • Virtual staining • Digital workflow in Germany vs. the world • Limits of digital pathology
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able to • perform their own literature research on a given subject • independently research this subject • present and introduce the subject to their student peers

		• give a scientific talk in English according to international conference standards
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning". This seminar is recommended for Master's students.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 495310	**Seminar Effiziente numerische Simulation auf Multicore-Prozessoren** Seminar: Efficient numerical simulation on multicore processors	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Effiziente numerische Simulation auf multicore-Prozessoren (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jan Eitzinger Prof. Dr. Gerhard Wellein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Gerhard Wellein
5	**Inhalt**	• Architektur und Kennzahlen moderner multi-/manycore/ GPGPU Prozessoren • Architektur von hoch parallelen Supercomputern • Parallelisierung und Optimierung von Kernelroutinen • Serielle und parallele Perfomancemodellierung • Kernelroutinen aus den verschiedensten numerischen Anwendungen von der Medizintechnik bis zur Quatenphysik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben einen tiefer gehenden Einblick in die parallele und effiziente Programmierung moderner Prozessoren / GPGPUs • verwenden moderne Optimierungs- und Parallelisierungsstrategien inklusiver begleitender, zielgerichteter Performancemodellierung • erhalten einen Einblick in neuartige Programmiertechniken und alternativen Supercomputerarchitekturen • sind in der Lage einfache numerische Methoden auf gängigen Parallelrechnern effizient zu implementieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Programmierkenntnisse in C/C++ oder Fortran
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computational Science Series, 2010. ISBN 978-1439811924 • J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2003. ISBN 1-55860-724-2

1	**Modulbezeichnung** 153330	**Seminar Einführung in die Kryptografie** Seminar: Introduction to cryptography	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Marc Spisländer
5	**Inhalt**	In diesem Seminar werden symmetrische und asymmetrische Verfahren zur Identifikation, Verschlüsselung und Signierung behandelt. Dazu werden sowohl die mathematischen Grundlagen vermittelt als auch die entsprechenden Algorithmen vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern wesentliche Konzepte der modernen Kryptografie; • klassifizieren Kryptoverfahren und charakterisieren deren Stärken und Schwächen; • tragen vor Publikum über wissenschaftliche Ergebnisse vor; • recherchieren selbständig Fachliteratur; • fassen wissenschaftliche Erkenntnisse in Schriftform zusammen; • nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers zur Analyse eigener Stärken und Schwächen und leiten daraus Konsequenzen für ihr künftiges Lern-Handeln ab; • können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und argumentativ vertreten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93656	**Seminar Energieinformatik** Seminar: Energy informatics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Marco Pruckner
5	**Inhalt**	Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand der ausgewählten wissenschaftlichen Literatur in ein vorgeschlagenes Thema aus dem Bereich der Energieinformatik ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und präsentieren ihn vor Lehrenden, interessierten wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und Kommilitonen der Lehrveranstaltung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Zu den zu erwerbenden Kompetenzen zählen • die Literaturrecherche, • korrektes Zitieren, • die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden, • zielgruppengerechtes Schreiben, • die Verwendung von Textverarbeitungswerkzeugen für die Präsentation und die Ausarbeitung, • sicheres Auftreten beim Vortragen eines wissenschaftlichen Themas sowie • fachspezifische Fragen zum ausgewählten Themengebiet zu beantworten. Am Ende jeder Lehreinheit • stellen die Teilnehmenden gezielt Fragen zum vorgetragenen Thema, • diskutieren über fachliche Aspekte der Präsentation, • üben konstruktive Kritik an der Darstellung des Themas und • bewerten die Präsentation aus vortragstechnischer Sicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• gesammelte Bücher, Artikel und Weblinks zu einem einschlägigen Themengebiet • Marco Pruckner. Allgemeine Hinweise zu Seminarvorträgen und -ausarbeitungen.

1	**Modulbezeichnung** 93113	**Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems** Seminar: Humans in the loop: The design of interactive AI systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Kainz Johanna Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Kainz
5	**Inhalt**	This is a joint seminar between Prof. Kainz (FAU Erlangen-Nuremberg) and Prof. Ledig (University of Bamberg). The seminar will take place at Bamberg Campus and FAU Campus. Initial topic selection and pitch presentation will take place in Bamberg. Final topic presentations will take place in Erlangen. Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following: Making Machine Learning more accurate Getting Machine Learning to the desired accuracy faster Making humans more accurate Making humans more efficient Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside lectures delivered by the course lead, guest lectures and flipped classroom sessions, where students explore a topic independently, which is then discussed in class. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (after discussion with course lead). Topics covered will include but are not limited to: Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning • Active Learning Strategies: • Uncertainty Sampling • Diversity Sampling • Other Strategies Annotating Data for Machine Learning • Who are the right people to annotate your data? • Quality control for data annotation • User interfaces for data annotation Transfer Learning and Pre-Trained Models • What are Embeddings? • What is Transfer Learning? Adaptive Learning • Machine-Learning for aiding human annotation • Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning

		Format The presentations for this seminar will be conducted as block seminar. Dates TBD. We will meet in the beginning of the semester to discuss possible work areas and assign concrete topics to each participant. You will be provided pointers to literature and then independently familiarize yourself with the assigned topic. Towards the end of the semester you will: • present an initial 3-minute pitch about your topic early during the term after topic selection • present your topic as a 20-minute presentation at the end of the term • submit a written report of approximately 8-10 pages. • The seminar will be held in English including presentations and the written report. The presentations will be conducted as a block seminar towards the end of the semester. The weekly hours mentioned in the module description are an optional time slot to get support, guidance and feedback on your topic (as required).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	You will learn about the potential as well as current challenges when building and translating AI systems into real world applications. The focus of the seminar will be biased towards approaches based on computer vision algorithms and medical image processing. Specifically, you will learn about the state of the art in the context of selected applications. You will also get the opportunity to learn about negative examples of AI systems that failed to deliver on promises, regulatory constraints, patient privacy and data management. The seminar will allow you, based on your interest, to focus on a wide spectrum of aspects ranging from recently published technical solutions to the state of affairs on the policy level. Learning objectives are: • In-depth knowledge of human-in-the-loop machine learning, including deeper insight into current research. • A capability to work independently on application-driven projects. • To use a holistic view to critically, independently and creatively identify, formulate and deal with complex issues. • To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis. • To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work. • To create, analyse and critically evaluate different technical/ architectural solutions. • To integrate knowledge critically and systematically. • To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that

		• form the basis for these findings in written and spoken Enaglish. • A consciousness of the ethical aspects of research and development work.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Prerequisites recommended: Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	A specific reading list will be established at the beginning of each term, general literature is listed below: Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. https://d2l.ai/ Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. https://www.deeplearningbook.org/ Budd S, Robinson EC, Kainz B. A survey on active learning and human-in-the-loop deep learning for medical image analysis. arXiv preprint arXiv:1910.02923. 2019 Oct 7. https://arxiv.org/abs/1910.02923

1	**Modulbezeichnung** 935405	**Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	Dieses Seminar ist als praktische Vertiefung der Inhalte aus der Vorlesung Informationssysteme im Gesundheitswesen" gedacht. Aus einem weiten Spektrum medizinischer Informationssysteme (welches den jeweiligen technologischen und gesundheitspolitischen Entwicklungen aktuell angepasst ist) können sich die Teilnehmer(innen) ein Thema zur eigenen praktischen Ausarbeitung und Präsentation im Seminar auswählen. Im Rahmen der Veranstaltungen werden die verschiedenen Themen soweit möglich auch anhand praktischer Systemvorführungen im Erlanger Universitätsklinikum illustriert. Beispielhafte Themenbereiche für dieses Seminar sind: • Mobile Technologie zur medizinischen Dokumentation • Wissensmodellierung in der Arzneitherapie • E-Procurement Anwendungen im Erlanger Klinikum • IT-Controlling als strategisches Steuerinstrument • IT-Anwendungen in der medizinischen Forschung • Single-Source-Anwendungen in der medizinischen Forschung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele In diesem Seminar müssen sich die Studierenden eigenständig in ein aktuelles Themengebiet der Medizinischen Informatik einarbeiten, dieses den Kommilitonen in einem Vortrag präsentieren und in einer Seminararbeit zusammenfassend darstellen. Die Lernziele sind dabei von der medizin-informatisch inhaltlichen Seite her je nach vergebenem Thema unterschiedlich. Wichtiger sind in diesem Fall die vom Fach unabhängigen Ziele des Erlernens des Verstehens englisch-sprachiger wissenschaftlicher Publikationen, das Erfassen der Zusammenhänge eines neuen Themengebiets anhand dieser Publikationen, das didaktisch geschickte Aufbereiten dieser Inhalte zur Vermittlung an andere Studierende in einem Vortrag und einer schriftlichen Seminararbeit. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben somit Kompetenzen zum eigenständigen Arbeiten, Recherchieren von Informationsquellen und Aufarbeiten eines für sie neuen Themengebiets zum Erwerb neuen Wissens anhand internationaler Fachliteratur zum Verstehen der Zusammenhänge verschiedener Aspekte eines für sie neuen wissenschaftlichen Themengebiets durch die Beleuchtung dieses Themas aus verschiedenen wissenschaftlichen Sichten zum Vermitteln neu erworbener Kenntnisse an andere Studierende zum wissenschaftlichen Schreiben einer Seminararbeit.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 835405	**Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen** Seminar: Health care information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Informationssysteme im Gesundheitswesen (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof.Dr.med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hans-Ulrich Prokosch
5	**Inhalt**	Dieses Seminar ist als praktische Vertiefung der Inhalte der Medizinischen Informatik gedacht (Besonderer Schwerpunkt auf Informationssysteme im Gesundheitswesen). Aus einem weiten Spektrum medizinischer Informationssysteme, welches den jeweiligen technologischen und gesundheitspolitischen Entwicklungen aktuell angepasst ist, können sich die Teilnehmer ein Thema zur eigenen praktischen Ausarbeitung und Präsentation im Seminar auswählen. Im Rahmen der Veranstaltungen werden die verschiedenen Themen soweit möglich auch anhand praktischer Systemvorführungen illustriert, u.a. auch des Systemvorführungen des Erlanger Universitätsklinikum. Beispielhafte Themenbereiche für dieses Seminar sind: • Technologien zur medizinischen Dokumentation • Wissensmodellierung in der Arzneitherapie • Medizininformatik-Initiative • IT-Anwendungen in der medizinischen Forschung • Elektronische Patientenakte • Telematikinfrastruktur
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden • lernen die Informationssuche und das Lesen von Quellen (besonders internationalen wissenschaftlichen Veröffentlichungen) • recherchieren eigenständig Informationsquellen (speziell internationale wissenschaftliche Veröffentlichungen) • halten eine Präsentation vor der Gruppe und beantworten in einer Diskussionsrunde Fragen von den Zuhörern (Dozenten und Kommilitonen) • wenden ihr Wissen und Verständnis bei der Diskussion über die Themen der anderen Kommilitonen an Erschaffen • erstellen eine Präsentation zu ihrem Thema • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung (Seminararbeit) zu ihrem Thema • erwerben neues Wissen aus aktuellen Forschungsgebieten der medizinischen Informatik zu ihrem Thema
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47607	**Seminar Intraoperative Imaging and Machine Learning** Seminar: Intraoperative imaging and machine learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof.Dr.Ing. Katharina Breininger
5	**Inhalt**	For many applications, techniques like deep learning allow for considerably faster algorithm development and allow to automate tasks that were performed manually in the past. In medical imaging, a large variety of time-consuming tasks that interfere with clinical workflows has the potential for automation. However, at the same time new challenges arise like data privacy regulations and ethics concerns. In this seminar, we want to develop an application that allows for the automation of an X-ray based intraoperative planning or measurement procedure from a holistic perspective. To this end, we will invite a surgeon to explain the medical background and visit the operating room to understand the surgeons needs while performing the task. Having understood the underlying medical problem, we will look into topics of data privacy, code of ethics, prototype development, and UI design for surgeons. Furthermore, we will touch regulatory requirements necessary for releasing software to clinics. At the end of the seminar, the students will have developed and documented a prototypical application for the indented intraoperative use case.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will be able to • visit an operation room, following the rules of such an environment • perform their own literature research on a given subject • independently research this subject according to data privacy and ethical standard • present and introduce the subject to their student peers • give a scientific talk in English according to international conference standards • describe their results in a scientific report
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students are required to have initial experience with deep learning and machine learning, e.g., from the module "Deep Learning". This seminar is recommended for Master's students.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43388	**Seminar Inverse Rendering** Seminar: Inverse rendering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	This seminar covers advanced topics in computer graphics and computer vision and includes both ground-breaking and recent research publications. Topics include inverse rendering, appearance, surface reflectance, and computer graphics in general. The seminar offers the participants the chance to get an overview of many topics in computer graphics and at the same time to delve into a topic of their own choice. During the semester, participants are free to gain practical experience, e.g. by reimplementing, testing published code, or searching for similar or related implementations. This is not mandatory, but it is highly recommended to get a feel for whether the topic is interesting for future theses or career paths. *Assessment*: Each seminar participant selects one of the publications presented in the first session and presents its content in a 30-minute talk during the semester (plus 10-minute Q&A session). Presentations will begin approximately 3-4 weeks after the start of the semester. The presentation will count for 70% of the final grade. Furthermore, a written paper on the selected publication will be submitted by the last seminar date, which will count for 30% of the grade. The presentation and the written paper can be written in German or English. There is no strict page limit for the written paper, although a length of 5-15 pages is usual. According to the template, the following aspects are to be considered: Introduction/motivation, scientific classification, methodology, results, discussion and summary. The presentations will be grouped thematically. Therefore, the presentation date cannot be freely chosen. In summary, the overall grade is composed of: • Lecture (70%) • Written elaboration (30%) An essential part in the evaluation of the lecture is the subsequent discussion. In order to generate more questions, all participants are encouraged to read all publications prior to each presentation, write a summary, and think of at least one question. The summary and question can be submitted and graded. If 80% of the points are achieved in the course of the semester, the overall grade will be increased by 0.3 or 0.4 grade points. The submission of the summary and question will be in English and is optional. *Note:* Attendance is mandatory for this seminar, with a maximum of three absences allowed. Exceptions will be made for medical reasons or other special occurrences, provided they have been agreed upon prior to the appointment.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Present current research problems in computer graphics and computer vision

		• Literature research • Correct citation • Grasping the content of scientific texts • Improving presentation and argumentation skills • Practicing the writing of scientific texts
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95790	**Seminar Koalgebraische Logik** Seminar: Coalgebraic logic	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Basic categorical notions • Coalgebraic logic via predicate liftings • Separation and expressivity • Soundness and completeness • Algebraic semantics • Complexity of reasoning • Modular construction of logics • Coalgebraic hybrid logic • Reasoning with global assumptions • Fixpoint logics • Coalgebraic automata theory • Fuzzy coalgebraic logic • Coalgebraic predicate logic
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate zu Koalgebra, Modallogik, und koalgebraischer Logik wieder und ordnen Beispiele korrekt ein. Verstehen Die Studierenden erläutern generische Schlussfolgerungsverfahren und algorithmische Verfahren in der koalgebrischen Logik und instanziieren sie auf konkrete Logiken. Anwenden Die Studierenden übertragen koalgebraische generische Verfahren selbständig auf Beispiele. Erschaffen Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden die vorherige Teilnahme an "Grundlagen der Logik in der Informatik" sowie an einer Vertiefungsveranstaltung in der theoretischen Informatik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2;3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Seminarleistung besteht in einem Vortrag sowie, abhängig von der Vortragslänge, einer schriftlichen Ausarbeitung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	(The following list is, while not exhaustive, meant mainly as a fairly broad guide to the literature, and not to be understood as a mandatory reading list.) • Lawrence S. Moss: Coalgebraic Logic. Ann. Pure Appl. Logic 96(1-3): 277-317 (1999) • Dirk Pattinson: Expressive Logics for Coalgebras via Terminal Sequence Induction. Notre Dame Journal of Formal Logic 45(1): 19-33 (2004) • Dirk Pattinson: Coalgebraic modal logic: soundness, completeness and decidability of local consequence. Theor. Comput. Sci. 309(1-3): 177-193 (2003) • Lutz Schröder: A finite model construction for coalgebraic modal logic. J. Log. Algebr. Program. 73(1-2): 97-110 (2007) • Lutz Schröder, Dirk Pattinson: Shallow Models for Non-iterative Modal Logics. KI 2008: 324-331 • Dirk Pattinson, Lutz Schröder: Beyond Rank 1: Algebraic Semantics and Finite Models for Coalgebraic Logics. FoSSaCS 2008: 66-80 • Lutz Schröder: Expressivity of coalgebraic modal logic: The limits and beyond. Theor. Comput. Sci. 390(2-3): 230-247 (2008) • Lutz Schröder, Dirk Pattinson: Strong Completeness of Coalgebraic Modal Logics. STACS 2009: 673-684 • Robert S. R. Myers, Dirk Pattinson, Lutz Schröder: Coalgebraic Hybrid Logic. FOSSACS 2009: 137-151 • Lutz Schröder, Dirk Pattinson, Clemens Kupke: Nominals for Everyone. IJCAI 2009: 917-922 • Lutz Schröder, Yde Venema: Flat Coalgebraic Fixed Point Logics. CONCUR 2010: 524-538 • Lutz Schröder, Dirk Pattinson: Description Logics and Fuzzy Probability. IJCAI 2011: 1075-1081 • Tadeusz Litak, Dirk Pattinson, Katsuhiko Sano, Lutz Schröder: Coalgebraic Predicate Logic. ICALP (2) 2012: 299-311 • Daniel Gorín, Lutz Schröder: Subsumption Checking in Conjunctive Coalgebraic Fixpoint Logics. Advances in Modal Logic 2014: 254-273

		• Daniel Gorín, Dirk Pattinson, Lutz Schröder, Florian Widmann, Thorsten Wißmann: COOL - A Generic Reasoner for Coalgebraic Hybrid Logics (System Description). IJCAR 2014: 396-402 • Corina Cîrstea, Clemens Kupke, Dirk Pattinson: EXPTIME Tableaux for the Coalgebraic mu-Calculus. Logical Methods in Computer Science 7(3) (2011) • Yde Venema: Automata and fixed point logic: A coalgebraic perspective. Inf. Comput. 204(4): 637-678 (2006) • Clemens Kupke, Yde Venema: Coalgebraic Automata Theory: Basic Results. Logical Methods in Computer Science 4(4) (2008) • Stefan Milius, Dirk Pattinson, Lutz Schröder: Generic Trace Semantics and Graded Monads. CALCO 2015: 253-269 • Clemens Kupke, Dirk Pattinson, Lutz Schröder: Reasoning with Global Assumptions in Arithmetic Modal Logics. FCT 2015: 367-380 • Lutz Schröder, Dirk Pattinson, Tadeusz Litak: A Van Benthem/ Rosen theorem for coalgebraic predicate logic. J. Log. Comput. 27(3): 749-773 (2017) • Daniel Hausmann, Lutz Schröder: Optimal Satisfiability Checking for Arithmetic \mu -Calculi. FoSSaCS 2019: 277-294 • Daniel Hausmann, Lutz Schröder: Game-Based Local Model Checking for the Coalgebraic mu-Calculus. CONCUR 2019: 35:1-35:16

1	**Modulbezeichnung** 986443	**Seminar Kommunikationssysteme (M.Sc.)** Seminar communication systems (M.Sc.)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar: Kommunikationssysteme (Seminar on Cybersecurity in Smart Grids) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Teilnehmende arbeiten sich selbständig anhand der ausgewählten wissenschaftlichen Literatur in ein vorgeschlagenes Thema aus dem Bereich der Kommunikationssysteme ein, erstellen dazu eine schriftliche Ausarbeitung, bereiten einen Seminarvortrag vor und präsentieren ihn vor Lehrenden, interessierten wissenschaftlichen Mitarbeitern des Instituts und Kommilitonen der Lehrveranstaltung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Zu den zu erwerbenden Kompetenzen zählen • die Literaturrecherche, • korrektes Zitieren, • die Fähigkeit auszuwählen, welche Aspekte in der Ausarbeitung und im Vortrag behandelt werden, • zielgruppengerechtes Schreiben, • die Verwendung von Textverarbeitungswerkzeugen für die Präsentation und die Ausarbeitung, • sicheres Auftreten beim Vortragen eines wissenschaftlichen Themas sowie • fachspezifische Fragen zum ausgewählten Themengebiet zu beantworten. Am Ende jeder Lehreinheit • stellen die Teilnehmenden gezielt Fragen zum vorgetragenen Thema, • diskutieren über fachliche Aspekte der Präsentation, • üben konstruktive Kritik an der Darstellung des Themas und • bewerten die Präsentation aus vortragstechnischer Sicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Prüfungsleistung, Seminarleistung, benotet, 5.0 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Der Scheinerwerb erfolgt durch einen 45-minütigen Vortrag.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• gesammelte Bücher, Artikel und Weblinks zu einem einschlägigen Themengebiet • Reinhard German. Allgemeine Hinweise zu Seminarvorträgen und -ausarbeitungen.

1	**Modulbezeichnung** 903776	**Seminar Machine Learning and Data Analytics for Industry 4.0** Seminar machine learning and data analytics for industry 4.0	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Maschinelles Lernen und Datenanalytik für Industrie 4.0 (2 SWS) Attendance of all meetings is required.	5 ECTS
3	Lehrende	Johannes Roider Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier An Nguyen Johannes Roider
5	**Inhalt**	Companies in all kinds of industries are producing and collecting rapidly more and more data from various sources. This is enabled by technologies such as the Internet of Things (IoT), Cyber-physical systems (CPS) and cloud computing. Hence, there is an increasing demand in industry and research for students and graduates with machine learning and data analytics skills in the Industry 4.0 context. The goal of this seminar is to give students insights about state-of-the-art machine learning and data analytics methods for industrial and business applications. In this seminar, the Industry 4.0 term will not only be limited to manufacturing processes, but comprise all business functions. Students will mainly work independently on either an implementation-centric or a research-centric topic. The implementation-centric topics will focus primarily on the implementation of algorithms and analytical components (using provided or open source datasets), while the research-centric topics will focus on researching and structuring literature of a specific field of interest. Several topics will be provided, but students are also encouraged to propose their own topics when applying for the seminar. In the regular meetings, students will learn about fundamentals and trends in Industry 4.0 from a machine learning perspective, common machine learning techniques and their implementation, project management of data analytics projects in businesses, as well as best practices for presentations and scientific work. The programme will be complemented by talks from invited experts in the domain. Furthermore, students will present results from literature research and data analytics projects.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students will develop an understanding of the current hot field of machine learning and data analytics in businesses • Students will learn to research and present a topic within the context of machine learning and data analytics in businesses independently • Students will learn to identify opportunities, challenges and limitations of corresponding ML approaches in businesses

		• Students will develop the skill to identify and understand relevant literature and to present their findings in a structured manner • Students will learn to present implementation and validation results in form of a demonstration and/or report
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Prior knowledge of machine learning via courses like Pattern Analysis, Pattern Recognition, Deep Learning, Machine Learning for Time Series, or equivalent is expected. Alternatively, first data science project experience, for example as working student in a company, can be sufficient. • Motivation to explore scientific findings (e.g. via literature research) • Motivation to code and analyze data
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • 50% of grade: Presentation (20 minutes) • 50% of grade: 4 pages IEEE standard paper (excluding references) (+ code submission)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lei, Yaguo, Naipeng Li, Liang Guo, Ningbo Li, Tao Yan, and Jing Lin. "Machinery Health Prognostics: A Systematic Review from Data Acquisition to RUL Prediction. Mechanical Systems and Signal Processing 104 (May 2018): 799834.https://doi.org/10.1016/j.ymssp.2017.11.016. • Rojas, Eric, Jorge Munoz-Gama, Marcos Sepúlveda, and Daniel Capurro. "Process Mining in Healthcare: A Literature Review. Journal of Biomedical Informatics 61 (June 1, 2016): 22436. https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.04.007. • Wil M. P. van der Aalst. Process Mining: Data Science in Action 2nd edition, Springer 2016. ISBN 978-3-662-49851-4 • Wang, Lihui, and Xi Vincent Wang. Cloud-Based Cyber-Physical Systems in Manufacturing. Cham: Springer International Publishing, 2018. https://doi.org/10.1007/978-3-319-67693-7.

1	**Modulbezeichnung** 47619	**Seminar Machine Learning in MRI** Seminar: Machine learning in MRI	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Machine Learning in MRI (4 SWS) Attendace is compulsory for the mid-term presentations.	5 ECTS
3	Lehrende	Annika Hofmann Prof. Dr. Florian Knoll Vanya Saksena Marc Vornehm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Florian Knoll
5	**Inhalt**	We will cover recent machine learning developments in the areas of Magnetic Resonance (MR) data acquisition, image generation, image analysis and image interpretation. We will go over papers from leading international journals and conferences. Students can either suggest their own topics/papers or select from a range of papers presented by the lecturers. Each student will then study the assigned papers, discuss them with the lectures and at the end of the semester give a presentation about the key findings.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After completing this course, students will be able to: • Be able to critically read and understand a scientific paper in the fields of medical imaging and machine learning. • Present a complex topic in their own words to their peers.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Presentation (20 Minutes + 10 Minutes discussion) Written report (5-7 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Presentation and discussion 50%, Report 50%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 47675	**Seminar Meta Learning** Seminar: Meta learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 588895	**Seminar Multi-Core Architecture and Programming** Seminar multi-core architecture and programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Frank Hannig
5	**Inhalt**	Prozessoren mit mehreren Kernen sind heute bereits sehr weit verbreitet. Vertreter solcher Architekturen sind beispielsweise moderne Grafikprozessoren, die aus bis zu 4608 so genannter Stream Processors und 576 Tensor-Recheneinheiten bestehen können. Mehrkernprozessoren besitzen eine sehr hohe theoretische Rechenleistung und eröffnen dadurch faszinierende neue Möglichkeiten in naturwissenschaftlichen und anderen berechnungsintensiven Bereichen, wie etwa Multimediaanwendungen, Medizintechnik oder Finanzwirtschaft. Damit die Leistungsfähigkeit voll ausgeschöpft werden kann, muss jedoch eine effiziente Abbildung von Algorithmen auf die Architektur des jeweiligen Mehrkernprozessors gefunden werden. Gegenüber traditionellen Einkernprozessoren ist dabei oftmals ein radikales Umdenken bei der Programmierung erforderlich. Ziel des Seminars ist es, Einblicke in modernste Mehrkernarchitekturen, z.B. KI-Beschleuniger, und deren Programmierparadigmen zu vermitteln. Um praktische Entwicklungserfahrung zu sammeln, werden u.A. NVIDIA TITAN RTX, Intel Neural Compute Sticks und Tegra AGX Systeme angeboten. Für die Projektarbeit im Team stehen neueste Softwareentwicklungswerkzeuge (TensorRT, OpenVINO, C++ 20, SYCL, CUDA, OpenCL, OpenMP + MPI) zur Verfügung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz • Verstehen: Die Studierenden tragen grundlegende Inhalte auf dem Gebiet modernster Multi-/Many-Core Architectures und deren Programmierung vor. • Analysieren: Die Studierenden erproben Programmierparadigmen für Mehrkernarchitekturen. • Erschaffen: Die Studierenden planen, entwickeln und evaluieren eigenständig parallele Anwendungen. Lern- bzw. Methodenkompetenz • Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in ein bis zwei wissenschaftliche Veröffentlichungen ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten. Selbstkompetenz • Die Studierenden können eigene Stärken und Schwächen, sowohl im Bereich ihrer Präsentationstechniken als auch der Team-Arbeit, reflektieren und die eigene Entwicklung planen. Sozialkompetenz • Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.

		• Die Studierenden arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich, außerdem können sie das eigene Kooperationsverhalten in Gruppen kritisch reflektieren und erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93202	**Seminar Neuroscience-inspired Artificial Intelligence** Seminar: Neuroscience-inspired artificial intelligence	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Neuroscience-inspired Artificial Intelligence (SWS)	-
3	Lehrende	Dr. rer. nat. Achim Schilling Dr. rer. nat. Patrick Krauß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. rer. nat. Patrick Krauß Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Dr. rer. nat. Achim Schilling Fabian Wagner
5	**Inhalt**	Neuroscience has played a key role in the history of artificial intelligence (AI), and has been an inspiration for building human-like AI, i.e. to design AI systems that emulate human intelligence. Furthermore, transferring design and processing principles from biology to computer science promises novel solutions for contemporary challenges in the field of machine learning. This research direction is called neuroscience-inspired artificial intelligence. In addition, neuroscience provides a vast number of methods to decipher the representational and computational principles of biological neural networks, which can in turn be used to understand artificial neural networks and help to solve the so-called black box problem. This endeavor is called neuroscience 2.0 or machine behavior. Finally, the idea of combining artificial intelligence, in particular deep learning, and computational modelling with neuroscience and cognitive science has recently gained popularity, leading to a new research paradigm for which the term cognitive computational neuroscience has been coined. There is increasing evidence that, even though artificial neural networks lack biological plausibility, they are nevertheless well suited for modelling brain function.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	By completing the seminar, students: - can explain the concept of neuroscience-inspired artificial intelligence - can understand cutting edge research at the intersection of AI and neuroscience.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)

12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 349413	**Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien** Speech technologies for speech pathologies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Automatic Analysis of Voice, Speech and Language Disorders in Speech Pathologies (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Seung Hee Yang Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Seung Hee Yang
5	**Inhalt**	This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology. The participants should present selected speech, speech and voice disorders in a lecture and demonstrate corresponding technologies in the field of pattern recognition and speech processing.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Literaturrecherche. • arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in die Thematik der automatischen Analyse von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen ein. • wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars verständlich ist. • lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen. • halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch (davon ausgenommen sind Studierende aus dem Ausland, die in Deutschland studieren, um Deutsch zu lernen)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 716001	**Seminar SystemC** Seminar: SystemC	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk
5	**Inhalt**	Typischerweise werden Hardware und Software eines eingebetteten Systems separat in verschiedenen Programmiersprachen entwickelt. Fortschrittliche Methoden vereinen die Entwicklung beider Welten in einem gemeinsamen Entwurfsfluss. Dies vereinfacht Integration, Simulation und Verifikation des gesamten Systems. Die Systembeschreibungssprache SystemC verfolgt diesen modernen Ansatz und findet zunehmend Akzeptanz in Industrie und Forschung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Dieses Seminar vermittelt auf praxisnahe Weise nötige Grundlagen und Methoden für die Entwicklung eingebetteter Systeme in SystemC. Dabei behandeln wir im Einzelnen: • Grundlagen des Hardware/Software-Entwurf • Einführung in C++ • Einführung in SystemC • Entwurf eingebetteter Systeme in SystemC am Beispiel einer interaktiven Fraktaldarstellungsapplikation. • Platformsimulation eines SoC mittels SystemC-TLM und OVP, einem Instruktionssatz-Simulator von Imperas. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden erläutern die Grundlagen des Hardware/Software-Entwurfs. • Die Studierenden erläutern die verschiedenen Modellierungsebenen für den Hardware/Software-Entwurf. • Die Studierenden zeigen den Zusammenhang zwischen Simulationsgeschwindigkeit und Modellierungsebenen auf. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden benutzen die C++ Klassenbibliothek SystemC zur Modellierung der Hardwarekomponenten und SystemC-TLM zur Modellierung der Busstrukturen Ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs. • Die Studierenden benutzen Instruktionssatz-Simulatoren zur Simulation der Softwarekomponenten Ihres MPSoC Hardware/Software-Entwurfs. Fachkompetenz - Analysieren • Die Studierenden erforschen durch Analyse und Literaturrecherche die Vor- und Nachteile verschiedener Simulationsverfahren auf verschiedenen Modellierungsebenen. Fachkompetenz - Erschaffen • Die Studierenden erstellen einen MPSoC Hardware/Software-Entwurf einer Fraktaldarstellungsapplikation in SystemC. Lern- bzw. Methodenkompetenz

		• Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in eine wissenschaftliche Veröffentlichungen ein und nutzen das erworbene Wissen aus dem praktischen Teil, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten. Sozialkompetenz • Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „SystemC als Praktikum“ und „SystemC als Seminar für IuK“ aus. Wenn Sie I&K studieren, dann wählen Sie bitte entweder das Modul „SystemC als Praktikum“ oder „SystemC als Seminar für IuK“, um Ihr 2.5 ECTS Praktikum oder Seminar abzudecken.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/praktikum-systemc/

1	**Modulbezeichnung** 863761	**Seminar Theoretische Informatik** Theoretical computer science (seminar)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Theoretische Informatik (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Lutz Schröder	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Theory of concurrency • Programming semantics • Categories in computer science • Logic in computer science • Theory of artificial intelligence
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate aus einem vertieften Bereich der Theoretischen Informatik wieder. Verstehen Die Studierenden erläutern grundlegende algorithmische und deduktive Verfahren. Anwenden Die Studierenden erläutern Anwendungen theoretischer Methoden in konkreten informatischen Kontexten. Erschaffen Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96970	**Seminar Visual Computing** Seminar: Visual computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Masterseminar: Seminar Visual Computing (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tim Weyrich Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	This seminar covers advanced topics in visual computing, including both seminal research papers, as well as the latest research results. The seminar provides an opportunity to obtain a comprehensive overview of research questions in visual computing, as well as allows students to dive deeper into a chosen topic. Each student presents one scientific publication and explains its content to fellow students taking the course. Thereby, students practice their argumentation and presentation skills. For each paper, a supervisor is provided, who answers questions and gives pointers on the presentation slide design. The seminar is concluded with a short written report. The main topics include: • human performance capture (faces, eyes, speech), • animation (motion controllers, speech synthesis, shape modelling) • fabrication (caustic design, robot design), • appearance modelling (subsurface scattering), • Monte Carlo rendering (importance sampling, participating media), • differentiable rendering (neural rendering, inverse rendering), • denoising (non-local means and deep learning), • physics simulation (fluid simulation) The seminar contains the paper presentations by the students and introductory lectures on scientific dissemination. **Grading** Each student presents a paper, which is a selected from a set of papers in the first session. The presentation duration is 30 minutes with an additional 10 minutes for questions. Presentations begin approximately 3-4 weeks after the start of the semester. The presentation contributes to 70% of the final grade. A written report with a duration of 5-10 pages constitutes the remaining 30%, for which a LaTeX template is provided. The presentation time slots are grouped by topic and cannot be chosen. An important aspect of the grading is the subsequent discussion. To spur discussions, students are encouraged to write a brief abstract about each paper, which can be uploaded on StudOn before the presentation. The voluntary abstracts are graded and if more than 80% of the available points are reached the final grade is improved by 0.3 or 0.4 grade points, respectively.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to: • present current research topics in visual computing • perform a thorough literature review

		• cite scientific literature correctly • comprehend scientific texts • improve their presentation and argumentation skills • practice scientific writing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 635405	**Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung** Knowledge representation and -processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase PD Dr. Florian Rabe
5	**Inhalt**	Dieses Seminar behandelt ausgewählte Themen aus dem Gebiet der Wissensrepräsentation und -Verarbeitung, mit einem Fokus auf mathematisches Wissen. Die Vortragsthemen sind sehr unterschiedlich im Schwierigkeitsgrad, sie reichen von Einführungsthemen für ambitionierte Bachelor-Studenten bis zur Forschungsfront für Doktoranden. Sie spiegeln recht gut die Forschungsinteressen der KWARC Gruppe wieder. Daher ist dieses Seminar sehr gut geeignet um in die Arbeitsgruppe einzusteigen (z.B. für eine Promotion).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Aktuelle Fachliteratur verstehen, Forschungsthemen für ein Fachpublikum verständlich aufbereiten und vortragen, Kommunikation mit Experten. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben grundlegende Definitionen und Resultate aus einem vertieften Bereich der Wissensrepräsentation und -Verarbeitung wieder. Verstehen Die Studierenden erläutern grundlegende algorithmische und deduktive Verfahren. Sie tragen durch Literaturstudium erworbenes Wissen vor und erläutern es einem kleinem Fachpublikum aus Mitstudierenden. Anwenden Die Studierenden erläutern Anwendungen theoretischer Methoden in konkreten informatischen Kontexten. Erschaffen Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt wissenschaftlicher Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung im persönlichen Betreuungsgespräch zwischen Lehrenden und Studierenden gemeinsam für den Seminarvortrag ausgewählt.

1	**Modulbezeichnung** 834345	**Systems- and Networks-on-a-Chip für INF** Systems- and networks-on-a-chip for computer scientists	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Systems- and Networks-on-a-Chip (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Paul Krüger Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann
5	**Inhalt**	Eingebettete Systeme spielen im alltäglichen Leben eine immer größere Rolle. Gleichzeitig nimmt die Komplexität dieser Systeme immer weiter zu. Durch die heutige Technologie ist es möglich, Millionen, in naher Zukunft Milliarden von Transistoren auf einem Chip zu platzieren. Dies führt dazu, dass häufig das komplette eingebettete System, ein sogenanntes System-on-a-Chip (SoC), auf einem einzigen Chip realisiert werden kann. Die Vorteile einer verbesserten Performanz, niedrigerem Energieverbrauch sowie sinkenden Kosten sind dabei unter anderem durch die Wiederverwendung bestehender Komponenten bedingt. Eine der Herausforderungen bestehender SoCs besteht darin, eine korrekte und zuverlässige Kommunikation zwischen den Komponenten herzustellen. Aus diesem Grund wird den Komponenten eine netzwerkartige Kommunikation zur Verfügung gestellt, wodurch sogenannte Networks-on-a-Chip (NoCs) entstehen. Dieses Seminar beschäftigt sich mit der Problematik von Design, Synthese und Analyse bestehender und zukünftiger Systems- und Networks-on-a-Chip. Hierbei soll vor allem die Vereinbarkeit verschiedener Anforderungen an das System wie Kosten, Platz- und Energieverbrauch oder Zuverlässigkeit in den verschiedenen Phasen der Entwicklung betrachtet werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Fachkompetenz - Verstehen** • Die Studierenden tragen die wesentlichen Inhalte einer ausgewählten wissenschaftlichen Veröffentlichung auf dem Gebiet der MPSoCs vor. • Die Studierenden veranschaulichen den grundlegenden Kontext der Veröffentlichung sowie deren wesentliche Neuerungen. • Die Studierenden bereiten den Inhalt der ausgewählten wissenschaftlichen Veröffentlichung sowie benötigte Grundlagen in einer Ausarbeitung auf. **Lern- bzw. Methodenkompetenz** • Die Studierenden arbeiten sich selbstständig in eine wissenschaftliche Veröffentlichung ein und suchen hierbei selbstständig nach verwandten Arbeiten, um den Kontext der Veröffentlichung zu verstehen und aufzubereiten. **Sozialkompetenz** • Die Studierenden beteiligen sich aktiv an den Vorträgen der jeweils anderen Studierenden durch fachbezogene Fragen zum Thema wie auch Rückmeldung zu Vortragsstil.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus 50% Seminarvortrag (ca. 30 Minuten Präsentation + ca. 15 Minuten Frage und Antwort) und 50% schriftlicher Ausarbeitung (14 Seiten Seminarbericht).
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 819238	**Themen der Kategorientheorie**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl.Prof.Dr. Stefan Milius
5	**Inhalt**	Verschiedene Themen der Kategorientheorie werden in Form eines "Reading Course" von den Teilnehmern erarbeitet und vorgetragen. Die Themenauswahl kann dabei flexibel auf die Interessen der Teilnehmer zugeschnitten werden. Mögliche, teilweise an "Algebra des Programmierens" unmittelbar anschließende, Themen sind z.B.: • freie Konstruktionen, universelle Pfeile und adjungierte Funktoren • Äquivalenzfunktoren • Monaden: Eilenberg-Moore und Kleisli-Kategorien; Freie Monaden; Becks Satz • Kartesisch abgeschlossenene Kategorien • Vollständige Halbordnungen (cpos), Einbettungen/ Projektionen, Limes-Kolimes-Koinzidenz, Lösung rekursive Domaingleichungen • Kan Erweiterungen • (symmetrische) monoidale Kategorien • Faktorisierungsstrukturen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen und Ergebnisse aus der Kategorientheorie und ihren Anwendungen in der Informatik wieder. Verstehen Die Studierenden erläutern grundlegende Methoden und Beweise der Kategorientheorie. Anwenden Die Studierenden wenden die Konzepte und Beweismethoden an, um einfache Problemstellungen kategoriell zu beschreiben und entsprechende Aussagen zu beweisen. Erschaffen Die Studierenden bereiten Resultate des Gebiets und ihre Herleitung eigenständig zur Präsentation auf. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erarbeiten sich selbständig den Inhalt von Fachbüchern und wissenschaftlichen Veröffentlichungen und geben diesen in einem strukturierten Vortrag verständlich wieder. Sozialkompetenz Die Studierenden arbeiten in einer größeren Gruppe an komplexen Problemen und erläutern eigene Einsichten den Mitstudierenden in verständlicher Form.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Kategorientheorie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Master of Science Informatik 2010 Seminar Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• S. Mac Lane: Categories for the Working Mathematician, 2nd edition, Springer-Verlag, 1998. • J. Adamek, H. Herrlich and G.E. Strecker: Abstract and Concrete Categories: The Joy of Cats, 2nd edition, Dover Publications, 2009. • S. Awodey: Category Theory, 2nd edition, Oxford University Press, 2011. • E. Riehl: Category Theory in Context, Dover Publications, 2016.

Vertiefungsrichtung Visual Computing

1	**Modulbezeichnung** 43386	**Computational Photography and Capture** Computational photography and capture	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	Never in human history have we been able to record so much of our environment in so little time with such high quality. Since the rise of smartphones, nearly everyone carries a powerful camera with them in their daily lives. This module introduces the theoretical and practical aspects of modern photography and capture algorithms: universal models of colour, computer-controlled cameras, lighting and shape capture. The module covers the following topics: • Cameras, sensors and colour • Image processing (e.g., blending, warping) • Radiometry • Appearance acquisition • Structured-light 3D acquisition • Image-based and video-based rendering
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students ... • ... know the basic vocabulary of computational photography • ... understand principles of light transport in natural scenes • ... understand principles of digital image formation • ... understand how computational-photography algorithms can exploit knowledge of these principles to transcend the capabilities of traditional photograph • ... apply image-processing algorithms to analyse and transform images • ... apply acquisition algorithms to capture appearances and 3D scene • ... develop their own software prototypes to capture and process digital images
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93173	**Computational Visual Perception** Computational visual perception	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Visual Perception (4 SWS) Projektseminar: Tutorials to Computational Visual Perception (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Kist Dr. rer. nat. Patrick Krauß Prof. Dr. Tim Weyrich Prof. Dr. Bernhard Egger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Egger Prof. Dr. Andreas Kist Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	How do humans perceive the visual world? How can we build computational models to mimic this human perception? And how can we validate those computational models? This course is designed as an introduction to enable you to build computational models for human visual perception. It will therefore provide an introduction into the human visual system building on the course on cognitive neuroscience for AI developers. You will learn how the human eye and brain process visual input and what we currently know about the ventral visual stream. We will look at computational models for all different levels of visual processing and discuss how well they measure behavioral data. This lecture is designed to be at the intersection of Computer Science (Computer Vision and Graphics) and Cognitive Neuroscience. After an initial introductory phase, you will in small teams (1-3 students) perform a project to build prototypes for computational models for visual processing, reproduce recent scientific results or experiment with existing models. In addition to the project phase we will read and discuss recent research papers studying potential computational models and investigate how we can evaluate computational models. Please sign up via studon
6	**Lernziele und Kompetenzen**	By the end of this course, students will be able to • Describe the basic processing steps of visual input in the human brain • Build a computational model for a known processing step • Read recent papers in the discipline and design a follow-up experiment • Choose/design and conduct a small research project • Choose adequate methods to evaluate a computational model • Work in and manage projects
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43821	**Computer Graphics** Computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Nikolai Hofmann Linus Franke Laura Fink Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik: • Graphik Pipeline • Clipping • 3D Transformationen • Hierarchische Display Strukturen • Perspektive und Projektionen • Visibilitätsbetrachtungen • Rastergraphik und Scankonvertierung • Farbmodelle • Lokale und globale Beleuchtungsmodelle • Schattierungsverfahren • Ray Tracing und Radiosity • Schatten und Texturen Contents: This lecture covers the following aspects of Computer Graphics: • graphics pipeline • clipping • 3D transformations • hierarchical display structures • perspective transformations and projections • visibility determination • raster graphics and scan conversion • color models • local and global illumination models • shading models • ray tracing and radiosity • shadows and textures
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder • erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone • beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten • skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung

		• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik • illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen • erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline • lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen • klassifizieren Schattierungsverfahren • bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiocity *Educational objectives and skills:* Students should be able to • describe the processing steps in the graphics pipeline • explain clipping algorithms for lines and polygons • explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates • depict techniques to compute depth, occlusion and visibility • compare the different color models • describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes • explain the algorithms for rasterization and scan conversion • solve problems with shading and texturing of 3D virtual models • classify different shadowing techniques • explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002 • Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice • Rauber: Algorithmen der Computergraphik • Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik • Encarnação, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	**Modulbezeichnung** 43394	**Computergraphik (Vorlesung mit Übung und Praktikum)** Lecture with tutorial and laboratory: Computer graphics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: CGTut (1 SWS) Vorlesung: Computer Graphics (3 SWS) Übung: CGTutP (2 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Linus Franke Laura Fink Prof. Dr. Marc Stamminger Nikolai Hofmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik: • Graphik Pipeline • Clipping • 3D Transformationen • Hierarchische Display Strukturen • Perspektive und Projektionen • Visibilitätsbetrachtungen • Rastergraphik und Scankonvertierung • Farbmodelle • Lokale und globale Beleuchtungsmodelle • Schattierungsverfahren • Ray Tracing und Radiosity • Schatten und Texturen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder • erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone • beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten • skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Visibilitätsberechnung • vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik • illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen • erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline • implementieren 3D Transformationen mithilfe der Programmiersprache C++ und der graphischen Bibliothek OpenGl • Implementieren Beleuchtungsmodelle und Texturierung von virtuellen 3D Objekten mithilfe der Programmiersprachen OpenGL und GLSL

		• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen • klassifizieren Schattierungsverfahren • bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiocity *Educational objectives and skills:* Students should be able to • describe the processing steps in the graphics pipeline • explain clipping algorithms for lines and polygons • explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates • depict techniques to compute depth, occlusion and visibility • compare the different color models • describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes • explain the algorithms for rasterization and scan conversion • solve problems with shading and texturing of 3D virtual models • classify different shadowing techniques • explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002

		• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGLD. Pearson • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice • Rauber: Algorithmen der Computergraphik • Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik • Encarnação, Strasser, Klein: Computer Graphics

1	**Modulbezeichnung** 713618	**Computer vision**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Egger Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	This lecture discusses important algorithms from the field of computer vision. The emphasis lies on 3-D vision algorithms, covering the geometric foundations of computer vision, and central algorithms such as stereo vision, structure from motion, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. Participants of this advanced course are expected to bring experience from prior lectures either from the field of pattern recognition or from the field of computer graphics.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Vorlesung stellt eine Auswahl von Methoden aus dem Gebiet der Computer Vision vor, die in dem Feld eine zentrale Stellung einnehmen. In den Übungen implementieren und evaluieren die Studierenden selbständig diese Methoden. Die Studierenden arbeiten die ganze Zeit über an populären Computer Vision-Methoden wie zum Beispiel Stereosehen, optischer Fluss und 3D-Rekonstruktion aus mehreren Ansichten. Für diese Probleme • beschreiben die Studierenden perspektivische Projektion, Rotationen und verwandte geometrische Grundlagen, • erklären die Studierenden die behandelten Methoden, • diskutieren die Studierenden Vor- und Nachteile verschiedener Modalitäten zur Erfassung von 3D-Informationen, • implementieren die Studierenden einzeln und gemeinschaftlich in Kleingruppen Code, • entdecken die Studierenden optimale Vorgehensweisen in der Datenaufnahme, • erkunden und bewerten die Studierenden unterschiedliche Möglichkeiten für die Evaluation, • diskutieren und präsentieren die Gruppenarbeiter in Gruppen die Vor- und Nachteile ihrer Implementierungen, • diskutieren und reflektieren die Studierenden gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen des 3D-Rechnersehens. The lecture introduces computer vision algorithms that are central to the field. In the exercises, participants autonomously implement and evaluate these algorithms. The participants work throughout the time on popular computer vision algorithms, like for example stereo vision, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. For these problems, the participants • describe perspective projection, rotations, and related geometric foundations, • explain the presented methods, • discuss the advantages and disadvantages of different modalities for acquiring 3-D information,

		• implement individually and in small groups code, • discover best practices in data acquisition, • explore and rank different choices for evaluation, • discuss and present in groups the advantages and disadvantages of their implementations, • discuss and reflect the social impact of applications of computer vision algorithms.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Richard Szeliski: "Computer Vision: Algorithms and Applications", Springer 2011.

1	**Modulbezeichnung** 796399	**Geometric Modeling** Geometric modeling	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: GMTut (1 SWS) Vorlesung: Geometric Modeling (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Roberto Grosso Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Das Modul beschäftigt sich mit Methoden zur Modellierung dreidimensionaler Oberflächen. Typische Einsatzgebiete sind der rechnerunterstützte Entwurf (CAD, z.B. im Automobil- oder Flugzeugbau), die Rekonstruktion von Flächen aus Sensordaten oder die Konstruktion glatter Interpolationsflächen. Behandelt werden u.a. folgende Themen: • Polynomkurven • Bezierkurven, rationale Bezierkurven • B-Splines • Tensorproduktflächen • Bezier-Dreiecksflächen • polygonale Flächen • Subdivission-Verfahren This module is concerned with different aspects of modelling three-dimensional curves and surfaces. Typical areas of application are computer-aided design (CAD), reconstruction of surfaces from sensor data (reverse engineering) and construction of smooth interpolants. The lecture covers the following topics: • polynomial curves • Bézier curves, rational Bézier curves • B-splines • tensor product surfaces • triangular Bézier surfaces • polyhedral surfaces
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Begriffe Polynomial-, Bezierkurven und B-Splines • klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertung- und Subdivision-Verfahren für Bezier-Kurven und B-Splines • veranschaulichen und ermitteln die Eigenschaften von Bezierkurven, rationalen Bezierkurven und B-Splines • beschreiben Tensorproduktflächen und skizzieren Auswertungsalgorithmen • erklären polygonale Flächen und Subdivision-Verfahren und veranschaulichen ihre Unterschiede und Eigenschaften • lernen gängige Datenstrukturen zur Darstellung polygonaler Flächen kennen • wenden die Verfahren der Geometrischen Modellierung an unterschiedlichen Beispiele an • berechnen Bezierkurven und B-Splines

		• führen Subdivission-Verfahren aus *Educational objectives and skills:* Students should be able to • explain the meaning of the terms Polynomial and Bezier curves and B-Splines • classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and B-Splines • describe and establish the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-Splines • describe tensor product surfaces and illustrated evaluation algorithms • explain polygonal surfaces and subdivision algorithms and depict their properties and differences • get used with common data structures to represent polygonal surfaces • apply geometric modeling algorithms to representative examples • compute Bezier curves and B-Splines • implement subdivision algorithms
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Hoschek, Lasser: Grundlagen der Geometrischen Datenverarbeitung • Farin: Kurven und Flächen im Computer Aided Geometric Design • de Boor: A Practical Guide to Splines • Bartels, Beatty, Barsky: Splines for Use in Computer Graphics and Geometric Modeling • Abramowski, Müller: Geometrisches Modellieren

1	**Modulbezeichnung** 43392	**Geometry Processing** Geometry processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Roberto Grosso
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden einige Aspekte der diskreten Geometrieverarbeitung vorgestellt. Schwerpunkte sind dabei Erzeugung, Manipulation und Analyse von Dreiecksnetzen sowie die Flächenrekonstruktion aus 3D Scanner Daten. Folgende Themen werden in dem Modul behandelt: • Delaunay-Triangulierung und Voronoi-Diagramme • 3D Scanning, Registrierung von 3D Scans • Vereinfachung und Reduktion von Dreiecksnetzen • Flächenrekonstruktion aus Punktewolken • Segmentierung von Dreiecksnetzen • Flächenparametrisierung • Animation / Deformation von Dreiecksnetzen Module content: • Delaunay triangulation and Voronoi diagrams • 3D scanning and registration of 3D scans • Mesh reduction and simplification • Surface mesh reconstruction • Mesh segmentation • Mesh parametrization • Animation and deformation of triangle meshes
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verfügen über tieferes Verständnis der grundlegenden Algorithmen der diskreten Geometrieverarbeitung • sind mit Datenstrukturen und Softwaremethoden für die Rekonstruktion, Analyse und Verarbeitung diskreter 3D-Modelle vertraut • sind fähig, neue Algorithmen für die Rekonstruktion und Manipulation von Dreiecksnetzen zu entwickeln und in einem Computerprogramm unter Zuhilfenahme von modernen Softwarebibliotheken zu implementieren • sind in der Lage, selbstständig neue anwendungsnahe Probleme aus dem industriellen Umfeld zu analysieren, Zusammenhänge zu erkennen und neue Lösungswege vorzuschlagen Students • have a deep understanding of fundamental algorithms for the discrete geometry processing • are familiar with data structures and algorithms for the reconstruction, analysis and processing of 3D discrete models

		• can develop and implement new algorithms for the reconstruction and manipulation of triangle meshes, and have the understanding how to use standard libraries • can carry out research and development on typical problems from industrial applications on their own
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung für die Teilnahme sind gute Kenntnisse in der Computer Grafik und der geometrischen Modellierung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Masterprüfung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Polygon Mesh Processing. Mario Botsch, Leif Kobbelt, Mark Pauly, Pierre Alliez and Bruno Levy, AK Peters 2010 • Vorlesungsunterlagen

1	**Modulbezeichnung** 43395	**Globale Beleuchtungsberechnung** Global illumination	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Globale Beleuchtungsberechnung ist ein Kerngebiet der Computergrafik. Ziel ist die Simualation globaler Beleuchtungseffekte wie Schatten, Spiegelungen, indirektes Licht, Kaustiken etc. In der Vorlesung wird in die theoretischen Grundlagen der globalen Beleuchtungsrechnung eingeführt und es werden Raytracing-basierte Lösungsverfahren erläutert. Themen der Vorlesung sind: • Rekonstruktion und Sampling • BRDFs • Importance Sampling • Umgebungsbeleuchtung • Rendering Gleichung • Path Tracing • Irradiance Caching • Photon Mapping • ...
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Lernende haben ein Verständnis von Verfahren der globalen Beleuchtungsrechnung, unter anderem Monte-Carlo-Ray-Tracing, bidirectional Path-Tracing, Photon Mapping, Light Cuts, können diese in eigenen Worten wiedergeben und Beispiele anführen. Lernende können Importance Sampling für verschiedene Teilaspekte der globalen Beleuchtungsrechnung illustrieren und vergleichen und den Zusammenhang mit Multiple Importance Sampling erklären. Anwenden Lernende können verschiedene Samplingverfahren erklären für verschiedene hochdimensionale Integrationsprobleme der globalen Beleuchtungsrechnung anwenden. Analysieren Lernende können Zusammenhänge und Unterschiede von Verfahren zur globalen Beleuchtungsrechnung erkennen und Folgerungen ableiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Übungen setzen Kenntnisse in C/C++ voraus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Pharr et al.: Physically Based Rendering

1	**Modulbezeichnung** 93176	**Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion** Fundamentals of empirical research methods in media interaction	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	Ziel der Vorlesung ist es, Studierende in die Lage zu versetzen, selbstständig Experimente planen und durchzuführen zu können, in denen Versuchspersonen Medien rezipieren oder mit ihnen interagieren. Zu den Experimenten gehören u.a. Hörtests, Bewertungen von Bildsyntheseverfahren und Codierartefakten und die Interaktion mit Smarten Assistenten. Ausgehend von Grundlagen der Wahrnehmung und Definition der Forschungsfrage werden Methoden eingeführt zu experimentellem Design, Stichprobenplanung, Versuchsplanung und -durchführung, Datenerhebung und -aufbereitung und Analyse der Versuchsergebnisse sowie Einbettung der Versuchsergebnisse in den wissenschaftlichen Kontext. Statistische Methoden inkl. Explorativer Datenanalyse und Visualisierung, Methoden der Varianzanalyse sowie nicht-parametrische Verfahren werde als Handwerkszeug zur Analyse und Interpretation der Versuchsergebnisse behandelt. Der Ablauf der Vorlesung folgt dem wissenschaftlichen Erkenntnisprozess und behandelt die einzelnen Schritte von der Forschungsfragen über die Genese geeigneter Hypothesen bis zu ihrer Überprüfung. Die Datenerhebung fokussiert sich dabei auf quantitative, rechnergestützte Verfahren, qualitative Methoden werden nur am Rande betrachtet. Neben der Messung psychologischer Konstrukte werden auch psychophysiologische Korrelate der Wahrnehmung, Bewertung und kognitiven Belastung der Versuchspersonen eingeführt und untersucht. • Einführung und Geschichte der Forschung in Mensch-Computer-Interfaces • Wahrnehmung und Erkennen • Forschungsfrage und experimentelles Design • Datenerhebung und Datenauswertung • Deskriptive Statistik und Visualisierung • Testen, Teststärke, Effektstärke, Power, Regression • Varianzanalytische Verfahren • Nicht-parametrische Methoden der Statistik • Anwendung von Test zur Beurteilung der Audioqualität • Grundlagen Psychophysiologie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden

		• verstehen den wissenschaftlichen Erkenntnisprozess in seinen Schritten von der Forschungsfrage über die Genese geeigneter Hypothesen bis zu ihrer Überprüfung • können Verfahren zur statistischen Testung mit parametrischen und nichtparametrischen Verfahren anwenden • verstehen Grundlagen psychologischer und psychophysiologischer Messungen und können diese durchführen und auswerten • können einfache Experimente mit Versuchspersonen planen und durchführen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43930	**Hinter den Kulissen des Museums** Behind the scenes of the museum	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Frank Bauer Philipp Kurth Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	Wie entstehen eigentlich digitale Inhalte in einem Museum? In diesem Projekt-Seminar lernen Sie den zugrundeliegenden Ablauf in Zusammenarbeit mit dem Germanischen Nationalmuseum kennen. Dabei arbeiten Sie selbst an jedem Schritt mit: vom Scan im Museum über die 3D-Rekonstruktion und Aufbereitung der Daten (in Blender) bis zur inhaltlichen Gestaltung (mit Unity 3D) und finalen Veröffentlichung z.B. über Sketchfab. Durch das Semester werden Sie immer begleitet von Experten aus dem Germanischen Nationalmuseum, Mitarbeitern der Computergrafik und der Digital Humanities in Erlangen. So können Sie im Laufe des Semesters eine digitale Ausstellung von Anfang bis Ende interaktiv und spannend gestalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Erschaffen Lernende planen, entwerfen und produzieren unter Zuhilfenahme von typischen Werkzeugen der Computergrafik eine digitale Ausstellung für eine reales Museumsobjekt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Sie sollten bereits über grundlegende Programmierkenntnisse verfügen. Mögliche Vorlesungen sind z.B. AuD, IWGS oder GdI. Idealerweise haben Sie auch bereits Erfahrung im Umgang mit 3D-Software oder die Veranstaltung Computergrafik absolviert.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 299892	**Informationsvisualisierung** Information visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Roberto Grosso
5	**Inhalt**	Aufgrund der rasanten Entwicklung der Informationstechnologie sind wir mit einer noch nie dagewesenen Flut an Daten konfrontiert. Informationsvisualisierung befasst sich mit der graphischen Darstellung abstrakter Daten, die keine räumliche Struktur aufweisen. Die Visualisierung abstrakter Daten nutzt visuelle Metaphern und Interaktion, um Information aus den Daten zu extrahieren. Typische Anwendungsszenarien sind die Analyse von Finanztransaktionen oder sozialen Netzwerken, Geographie, Textanalyse oder Visualisierung von Software-Quellcode. In dieser Vorlesung werden unterschiedliche Techniken vorgestellt, um verschieden Arten von Daten zu visualisieren. Insbesondere werden folgende Themen behandelt: • Graphen und Netzwerke • Dynamische Graphen • Hierarchien und Bäume • Multivariate Daten • Time-Series Daten • Textvisualisierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Wissen • zählen Datentypen der Informationsvisualisierung auf • nennen Techniken zur Visualisierung unterschiedlicher Datentypen der Informationsvisualisierung • beschreiben Anwendungsfällen für die unterschiedlichen Datentypen der Informationsvisualisierung Verstehen • stellen Algorithmen der Informationsvisualisierung dar und erläutern ihre Eigenschaften, Vorteile und Nachteile • illustrieren Techniken zu Auswertung und Analyse von Daten der Informationsvisualisierung • implementieren die vorgestellten Algorithmen in JavaScript Anwenden • wenden Algorithmen zur Visualisierung unterschiedlichen Daten an • erklären und charakterisieren Techniken der Informationsvisualisierung • Analysieren • klassifizieren Algorithmen zur Visualisierung multivariater Daten, Netzwerke, Hierarchien und Text und erklären ihrer Funktionsweise

		• erkunden die Effizienz der vorgestellten Algorithmen für unterschiedlichen Anwendungsmöglichkeiten Evaluieren • bewerten Anwendbarkeit und Performance spezieller Algorithmen der Informationsvisualisierung • vergleichen Methoden zur Analyse und Auswertung von Daten der Informationsvisualisierung • überprüfen die Anwendbarkeit der diskutierten Techniken für unterschiedliche, speziell ausgewählten Fälle
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Programmieraufgaben werden in JavaScript implementiert.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Information Visualization
		• Robert Spence: Information Visualization: Design for Interaction
		• Stuart K. Card, Jock Mackinlay, Ben Shneiderman: Readings in Information Visualization – Using Vision to Think
		• Benjamin B. Bederson, Ben Shneiderman: The Craft of Information Visualization – Readings and Reflections
		• Tamara Munzner: Visualization Analysis and Design
		• Colin Ware: Information Visualization, Perception for Design (third edition)
		• Ricardo Mazza: Introduction to Information Visualization
		• Robert Spence: Information Visualization - An Introduction
		
		Networks / Graphs
		
		•
		  ° Graph Theory, Reinhard Diestel
		  ° Graphentheorie, Peter Tittmann
		  ° Graphs, Networks and Algorithms, Dieter Jungnickel
		•

		° Networks, 2nd Edition, Mark Newman ° Graph Theory and Complex Networks: An Introduction, Maarten van Steen

1	**Modulbezeichnung** 43391	**Interaktive Computergraphik** Interactive computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	In dem Modul werden GPUs und dafür maßgeschneiderte Algorithmen behandelt: • Architektur von GPUs und Echtzeit-Rendering-Pipeline • Deferred Shading und Anti-Aliasing-Verfahren • Simulation von Umgebungsbeleuchtung • Verfahren zur Generierung von Schatten • Level-of-Detail-Verfahren zur Darstellung komplexer Szenen • Animation von Objekten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Lernende können verschiedene in der Vorlesung behandelte Verfahren der interaktiven Computergraphik mit eigenen Worten erklären. Anwenden Lernende können Zusammenhänge zwischen den in der Vorlesung behandelten Verfahren der interaktiven Computergraphik erkennen, und Ideen auf neue Anwendungen übertragen. Analysieren Lernende können Unterschiede und Ähnlichkeiten der in der Vorlesung behandelten Verfahren erkennen und daraus neue Lösungen entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Übungen setzen Kenntnisse in C/C++ voraus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Masterprüfung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Möller, Haines: "Real-Time Rendering"

1	**Modulbezeichnung** 93086	**Neural Graphics and Inverse Rendering** Neural graphics and inverse rendering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Visualization Analysis and Design, Tamara Munzner, 2014.

1	**Modulbezeichnung** 43385	**Physically-based Simulation in Computer Graphics** Physically-based simulation in computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Physically-based Simulation in Computer Graphics (0 SWS) Vorlesung: Physically-based Simulation in Computer Graphics (0 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther
5	**Inhalt**	Over the past decades, computer graphics became a vital component of the entertainment industry. Whether in regards to video games, animation movies, or visual effects in live action productions, computer animation brings virtual worlds to life. Thereby, physically-based simulations are required to reach the necessary degree of realism. Based on differential equations and numerical methods to solve them, this lecture will cover a series of algorithms used to implement physically-based simulations. Among others, we are concerned with: • kinematics and dynamics of motion (generalized coordinates), • numerical time integration techniques (explicit and implicit time integration), • rigid bodies (simulation, collision detection and response), • deformable objects (mass-spring-systems, finite-elements and thin shells), • grid-based fluid simulation (fractional step method), • particle-based fluid simulation (smoothed particle hydrodynamics and viscosity), • hybrid fluid simulation (fluid implicit particle FLIP, liquid-air interfaces), • adding detail to smoke, fire (vorticity confinement, wavelet turbulence), • shallow water waves and oceans This practical course consists of lectures, programming exercises, and a group programming project.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn how to: • apply numerical time integration methods at practical examples • derive and analyze the properties of equations of motion • set appropriate boundary conditions • compare numerical solvers regarding stability, accuracy and performance • describe different techniques for rigid body, deformable, and fluid simulations • implement the algorithms in C++
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43722	**Scientific Visualization** Scientific visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther
5	**Inhalt**	The amount of data, generated in the pursuit of scientific discovery, keeps rapidly increasing across all major scientific disciplines. How can we make sense of large, time-dependent, high-dimensional and multi-variate data? This lecture provides an introduction into scientific visualization. Throughout the course, we cover the fundamental perception basics needed to convey information accurately. After categorizing different data types based on their dimensionality, we dive deeper into specific techniques for scalar, vector and tensor valued data. The lecture covers the following topics: • visualization design basics (data abstraction, visual encoding of information), • a review of scalar and vector calculus (differential properties, extremal and critical points), • data structures and data acquisition techniques (grids, interpolation, and differentiation), • indirect volume visualization (marching cubes and contour trees), • direct volume visualization (ray marching and Monte Carlo rendering), • elementary and line-based flow visualization (numerical integration, seeding, rendering), • surface-based flow visualization (integration, selection, rendering), • topology-based flow visualization (topological skeleton, bifurcations, feature flow fields), • feature-based flow visualization (vortices, material boundaries, Lagrangian coherent structures), • advanced methods (tensor visualization, uncertainty, ensembles)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students are able to: • use perception basics to select appropriate visualization methods • classify data and select appropriate visualization techniques • calculate differential properties of scalar and vector fields • identify features in scalar and vector-valued data • implement numerical extraction algorithms • learn the advantages and disadvantages of common visualization techniques
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Electronic exam in presence with multiple choice questions (90 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) The final grade of the module is determined by the exam. Exercise bonus: • Obtaining more than 80% of the points across all theoretical exercises awards an exam bonus of a third grade.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93175	**Visualization**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Visualization (2 SWS) Vorlesung: Visualization (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Xingze Tian Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther
5	**Inhalt**	An old English adage says "a picture is worth a 1,000 words", meaning that complex ideas are often easier to convey visually. This lecture is about the craft of creating informative images from data. Starting from the basics of the human visual perception, we will learn how visualizations are designed for explorative, communicative or confirmative purposes. We will see how data can be classified, allowing us to develop algorithms that apply to a wide range of application domains. The lecture covers the following topics: • data abstraction (data types, data set types, attribute types), • perception and mapping (marks and channels, effectiveness, pre- attentive vision, color maps), • task abstraction and validation (actions and targets), • information visualization tools (HTML, CSS, JavaScript, React, D3), • information visualization methods (tabular data, networks, trees), • scientific visualization methods (volume rendering and particle visualization), • scientific visualization tools (VTK, ParaView), • view manipulation (navigation, selection, multiple views), • data reduction (filtering, agreggation, focus and context), • lies in visualization (human biases and rules of thumb), • applications (deep learning, medical visualization, optimization) The lecture is accompanied by exercises. Theoretical exercises concentrate on the classification of data and the design and analysis of visualizations, while programming exercises using web-based technologies give examples of their implementation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to: • use perceptual basics to select appropriate visualization methods • explain the steps of the visualization pipeline • calculate direct and indirect volume visualizations to given data • explain and apply interaction concepts • perform a data and requirement analysis for a given problem • explain visualization techniques for scientific and abstract data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Visual Computing Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Visualization Analysis and Design, Tamara Munzner, 2014.

Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)

1	**Modulbezeichnung** 773774	**Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Embedded systems	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-ES (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Patrick Plagwitz Khalil Esper Dominik Walter PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Das Modul, Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, thematisiert den Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren. Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden). ***Content:*** *The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques. Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).*
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research. • In den erweiterten Übungen lernen die Studierenden aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls kennen. In the extended exercises, the

		students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis on-site at the chair's computer workstations. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems. • Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems. • Die Studierenden wenden aktuelle Entwurfswerkzeuge, die auf den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls installiert sind, an, um damit die Aufgaben der erweiterten Übungen unter Anleitung zu lösen. The students apply current design tools installed on the chair's computer workstations to solve the tasks of the extended exercises with the help of instructions. Sozialkompetenz • Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. The students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis by processing the extended exercises in groups cooperatively.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme“ und „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung: • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/

1	**Modulbezeichnung** 604896	**Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)** Embedded systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-ES (2 SWS) Vorlesung: Eingebettete Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Khalil Esper Dominik Walter Patrick Plagwitz PD Dr.Ing. Frank Hannig Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Schwerpunkt des Moduls ist der Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren. Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden). ***Content:*** *The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques. Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).*
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems. Fachkompetenz - Anwenden

		• Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems. • Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)“ und „Eingebettete Systeme“ aus.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung: • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/

1	**Modulbezeichnung** 93540	**Ereignisgesteuerte Systeme**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: UE-EGS (2 SWS) Vorlesung: Ereignisgesteuerte Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann
5	**Inhalt**	Die rasante Entwicklung von Rechnertechnologien in den vergangenen Jahrzehnten hatte die Verbreitung neuer dynamischer und komplexer Systeme zu Folge. Wesentliche Charakteristika solcher Systeme sind Verteiltheit, Nebenläufigkeit und das asynchrone Auftreten diskreter Ereignisse. Der Prozess, neue Modelle und Methoden für ereignisgesteuerte Systeme zu entwickeln, ist vergleichsweise jung. Der Rechner selbst spielt hierbei eine entscheidende Rolle als Werkzeug für Systementwurf, Analyse und Steuerung. Das Modul EGS hat zum Ziel, Modellierungs-, Simulations- und Entwurfsmethoden für verteilte und ereignisdiskrete Systeme zu vermitteln. Die Methoden werden dabei beispielhaf auf Anwendung aus den Bereichen Computernetzwerke, automatischen Produktionssysteme, komplexen Softwaresysteme und integrierte Steuerungs-, Kommunikations- und Informationssysteme angewendet. In diesem Kontext behandelt das Modul daher die folgenden Themenbereiche: • Eigenschaften komplexer Systeme • Überblick über Systeme und Modelle • Zeitfreie und zeitbehaftete Modelle • Stochastische Modelle • Umsetzung in Programmiersprachen • Simulation-, Entwurfs- und Testverfahren auf der Basis der vorgestellten Modelle.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Fachkompetenz - Verstehen** • Die Studierenden erläutern grundlegende Techniken zur Modellierung diskreter, ereignisgesteuerter Systeme, zeigen deren Vor- und Nachteile auf und vergleichen diese bezüglich Ihrer Mächtigkeit. **Fachkompetenz - Anwenden** • Die Studierenden wenden Modellierungs- und Analysetechniken aus dem Bereich endlicher Automaten, Petri-Netze, Markov-Ketten auf komplexe Systeme an. • Die Studierenden setzen die Modellierung und Analyse eines Systems mit einem konkreten Entwurfswerkzeug um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/ereignisgesteuerte-systeme

Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)

1	**Modulbezeichnung** 593320	**Vernetzte Mobilität und autonomes Fahren** Connected mobility and autonoumous driving	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 3: ConnMob-UE (2 SWS) Vorlesung: Connected Mobility and Autonomous Driving (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev Michael Heine	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Anatoli Djanatliev
5	**Inhalt**	Es ist inzwischen allgemein bekannt, dass Fahrzeuge der Zukunft hochgradig vernetzt sein werden. Der aktuelle Trend geht in Richtung des autonomen Fahrens. In den bisheringen Betrachtungen wurde insbesondere die ad-hoc Kommunikation zwischen Fahrzeugen auf unteren Schichten untersucht (Fahrzeugkommunikation). Im Rahmen der vernetzten Mobilität soll das Fahrzeug vor allem als Teil eines größeren Ökosystems mit weiteren Teilnehmern (z.B. Personen, Radfahrern, Ampeln, Gebäuden etc.) gesehen werden. All dies gibt die Möglichkeit den ständig wachsenden Bedarf an Mobilität zu optimieren und neue Sicherheits- und Komfortdienstleistungen zu schaffen. Dies erfordert jedoch die Lösung einiger komplexer Herausforderungen. Neben den gesellschaftlichen und rechtlichen Aspekten müssen insbesondere auch technische Voraussetzungen geschaffen werden. Dazu gehören u.a. geeignete Kommunikationetechnologien (v.a. ad-hoc, Mobilfunk) und Kommunikationsarchitekturen (Cloud-, Edge/Fog-, Node-Computing). Neben Technologien, Methoden und innovativen Mobilitätsdienstleitungen werden im Rahmen dieser Lehrveranstalung auch grundlegende Aspekte der Verkehrsplanung und Verkehrstechnik eingeführt sowie der intermodale Verkehr besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Verständnis grundlegender Konzepte u.a. von • Ad-Hoc Kommunikation • Mobilfunkkommunikation • Verkehrsplanung • Architekturen • Fahrzeug als Teil eines Mobilitäts-Ökosystems • Innovative Dienste Anwenden Bearbeitung von Übungsaufgaben Analysieren • Unterschiede zwischen unterschiedlichen Kommunikationstechnologien und Architekturen aufdecken • Relevante Zukunftsszenarien aufbauen Evaluieren (Beurteilen) Anwendung von Simulation und Modellierung zur Evaluierung zukünftiger Szenarien und Fallstudien.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (90 Minuten) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Barbara Flügge; Smart Mobility - Connecting Everyone: Trends, Concepts and Best Practices; Vieweg Teubner, 2017 Maurer, M., Gerdes, J.C., Lenz, B., Winner, H. (Hrsg.); Autonomes Fahren: Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte; Springer 2015 Johanning, V., Mildner, R.; Car IT kompakt: Das Auto der Zukunft Vernetzt und autonom fahren; Springer, 2015

Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik)

1	**Modulbezeichnung** 313638	**Automotive Systems and Software Engineering** Automotive systems and software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Allgemein: • Überblick Systeme und Anwendungen in der automotive Welt • Embedded Automotive Systems: Abgrenzung Echtzeitsysteme; Definition Steuergeräte, Sensoren, Aktuatoren; Definition verteilte, vernetzte Funktionen; Betriebssysteme, Kommunikationsschnittstellen • Entwicklungsprozesse für automotive Anwendungen: Allgemeine Vorgehensmodelle; Vorgehensmodelle in der Elektronikentwicklung; Kooperationsmodelle OEM-Zulieferer; Lieferantenmanagement System und Software: • Softwareentwicklungsprozess • Anforderungsmanagement: Lastenhefte - Aufbau/ Handhabung/Tools; Erhebung und Analyse von Anforderungen; Systembeschreibungen (u.a. UML, SysML); (Semi-)Formale Beschreibungen • Modellbasierte Entwicklung: Rapid Prototyping; Modellierungstechniken; Automatische Codegenerierung; Tools (Simulink, Target Link); Autosar • Test und Diagnose: SW-Test; Integrationsstufen; SIL - PIL - HIL-Test; On- Offboard Diagnose • Virtuelle Entwicklung von Elektronik • Begleitende Prozesse: Projektmanagement; Systemsicherheit (ISO WD 26262); Konfigurationsmanagement; Qualitätsmanagement; Variantenmanagement • Architektur: Architekturmodelle (u.a. EAST-ADL); Bussysteme - Typen & Eigenschaften; SW- & HW-Architektur; Auslegung und Bewertung Anwendung: • Überblick der Anwendungsdomänen: Infotainment/ Fahrerassistenz/ Karosserie • Systemauslegung von Fahrerassistenzsystemen: Überblick Sensoren; Umwelt und Umfeldmodelle; Bildverarbeitung; Konzeption, Erprobung, Umsetzung; Tools (ADTF) • Alternative Antriebskonzepte: Elektronikumfänge; Betriebsstrategie • Fahrdynamische Systeme: x-by-wire Technologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden vertiefen die Themen aus anderen Lehrveranstaltung im Bereich Automotive. Sie lernen mit Herausforderungen in der System- und Softwareentwicklung aus Sicht eines OEMs umzugehen, die Bedeutung des Requirements Engineering

		in Vor- & Serienentwicklung zu verstehen und die relevanten Methoden anwenden zu können. Weiterhin sollen die Studierenden Herausforderungen in der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen erkennen und die Konzepte nachvollziehen zu können, die Entwicklung eines eigenen FAS durchzuführen und zu prüfen, Erfahrung im Umgang mit typischen Entwicklungstools zu sammeln, Absicherung der Systementwicklung am HIL zu erlernen und neue Ideen und Themen im Bereich automotive Entwicklung zu verstehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Software Engineering (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (90 Minuten) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 707303	**Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen)** Real-time systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus? In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt: • zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme • statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren • Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen • Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems. • bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart). • erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung. • klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem. • interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts. • nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...). • unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung).

		• skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls. • entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an. • erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle • ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden. • erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten. • unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus). • benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert). • erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit). • unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen). • beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-. • vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen. • erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch). • illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET). • erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review. • erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs. • beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode). • skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit). • erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler). • unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb. • wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an. • unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).

		• nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten). • erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing. • ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit). • beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz).

		• konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos. • implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Master of Science Informatik 2010 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme (im Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik) Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio

11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.

Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 72203	**Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft** Introduction to French literary studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sabine Friedrich
5	**Inhalt**	Vermittlung frankoromanistischen Basiswissens: • Klärung grundlegender literaturwissenschaftlicher Begriffe; • Einführung in Theorien und Methoden der Literaturwissenschaft; • Einführung in die Analyse lyrischer, narrativer und dramatischer Texte; • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der Frankoromanistik, • sind in der Lage, gesprochene und geschriebene Texte der studierten Sprache mit Hilfe der vermittelten Theorien und Methoden zu analysieren, • kennen grundlegende literaturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen, • können die Struktur literarischer Texte unterschiedlicher Gattungen angemessen erfassen und analysieren, • haben ein Basiswissen über die Entwicklung zentraler literaturwissenschaftlicher Konzepte, • erwerben die Fähigkeit, wissenschaftliche Positionen auszutauschen und im Gespräch zu verteidigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: Französischkenntnisse im Umfang von mindestens drei Schuljahren oder Kenntnisse entsprechend Niveau GER B1
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Reader mit theoretischen Texten und Primärliteratur

1	**Modulbezeichnung** 72204	**Basismodul Einführung in die Französische Sprachwissenschaft** Basic module: Introduction to French linguistics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Silke Jansen
5	**Inhalt**	Vermittlung frankoromanistischen Basiswissens: • Stellung der romanischen Sprachen in der Welt; • Klärung grundlegender sprachwissenschaftlicher Begriffe; • Erläuterung wichtiger Sprach- und Kommunikationsmodelle; • Einführung in Theorien und Methoden verschiedener Teildisziplinen der Sprachwissenschaft jeweils unter Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung; • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der Frankoromanistik, • sind in der Lage, gesprochene und geschriebene Texte der studierten Sprache mit Hilfe der vermittelten Theorien und Methoden zu analysieren, • kennen grundlegende sprachwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen, • haben ein Basiswissen über die Entwicklung zentraler sprachwissenschaftlicher Konzepte, • erwerben die Fähigkeit, wissenschaftliche Positionen auszutauschen und im Gespräch zu verteidigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: Französischkenntnisse im Umfang von mindestens drei Schuljahren oder Kenntnisse entsprechend Niveau GER B1
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Stein, Achim (32010): Einführung in die französische Sprachwissenschaft. (Sammlung Metzler 307). Stuttgart: Metzler. Geckeler, Horst/Dietrich, Wolf (42007): Einführung in die französische Sprachwissenschaft. Ein Lehr- und Arbeitsbuch. Berlin: Erich Schmidt. Weitere Literaturhinweise erfolgen im Rahmen der Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 72213	**Basismodul Französische Sprachpraxis 1** Basic module: French language practice 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Corina Petersilka
5	**Inhalt**	• Systematische Wiederholung und Vertiefung der französischen Grammatik (groupe nominal) • Erarbeitung eines grundlegenden, an landeskundlichen Themen orientierten Grund- und Aufbauwortschatzes unter Berücksichtigung morphologischer und semantische
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • üben den Umgang mit authentischen Dokumenten mit kulturwissenschaftlicher Relevanz, • erarbeiten die wichtigsten Strukturen der Nominalphrase im modernen Französisch, • erwerben kontextgebundenen, für landeskundliche Themen relevanten Wortschatz, • entwickeln Techniken und Methoden des Wortschatzerwerbs zur Aneignung autonomer Lernstrategien, • erlernen das aktive Beherrschen von Sprechsituationen (dialogisches und monologisches Sprechen), • üben Kurzvorträge und Diskussionen zu landeskundlich relevanten Themen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Französischkenntnisse auf dem Niveau von drei aufsteigenden Schuljahren oder GER: B1. Über das Niveau der tatsächlichen vorhandenen Sprachkenntnisse orientiert ein Einstufungstest zu Semesterbeginn.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 210 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Klein, Hans-Wilhelm; Kleineidam, Hartmut: Grammatik des heutigen Französisch. Stuttgart: Klett, 1994. • Fischer, Wolfgang; Le Plouhinec, Anne-Marie: Thematischer Grund- und Aufbauwortschatz Französisch. Stuttgart: Klett, 2009. • Piquet, Claire

1	**Modulbezeichnung** 72224	**Basismodul Französische Sprachpraxis 2** Basic module: French language practice 2	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! Anwesenheitspflicht in Parcours III und Phonétique pratique	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Corina Petersilka
5	**Inhalt**	• Systematische Wiederholung und Vertiefung der französischen Grammatik (groupe verbal) • Ausspracheschulung zur Lautung und Intonation mit praktischen Übungen im Sprachlabor
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die wichtigsten Strukturen der Verbalphrase im modernen Französisch an, • erkennen und analysieren typische Fehlerquellen, • trainieren eine möglichst akzentfreie Aussprache des Französischen (Phonetik).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen ist der erfolgreiche Abschluss des Basismoduls französische Sprachpraxis 1
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 - BA Frankoromanistik (Erstfach/Zweitfach): 1 von 4 Basismodulen - LaG/LaR Französisch: 1 von 5 Basismodulen
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktische Prüfung/Test (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Praktische Prüfung/Test (15 Minuten) - Grammatikklausur 90‘ - Aussprachetest ca. 15‘ Wiederholbarkeit: zweimal
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktische Prüfung/Test (40%) Klausur (40%) Praktische Prüfung/Test (20%) - Grammatikklausur/mündl. Prüfung 100 % der Modulnote - Aussprachetest/mündl. Prüfung 0 % der Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Französisch
16	**Literaturhinweise**	• Fischer, Wolfgang; Le Plouhinec, Anne-Marie: Thematischer Grund- und Aufbauwortschatz Französisch. Stuttgart: Klett, 2009. • Klein, Hans-Wilhelm & Kleineidam, Hartmut. Grammatik des heutigen Französisch. Stuttgart: Klett, 1994. • Bescherelle: L'Art de conjuguer. Diesterweg 2000. • Léon, Monique; Léon, Pierre: La prononciation du français B1/ B2, Didier 2017.

Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 72634	**Basismodul Spanische Literaturwissenschaft** Basic module: Spanish literature	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sabine Friedrich
5	**Inhalt**	Vermittlung iberoromanistischen Basiswissens: • Klärung grundlegender literaturwissenschaftlicher Begriffe; • Einführung in Theorien und Methoden der Literaturwissenschaft; • Einführung in die Analyse lyrischer, narrativer und dramatischer Texte; • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der Iberoromanistik, • sind in der Lage, gesprochene und geschriebene Texte des Spanischen mit Hilfe der vermittelten Theorien und Methoden zu analysieren, • kennen grundlegende sprach- und literaturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen, • können die Struktur literarischer Texte unterschiedlicher Gattungen angemessen erfassen und analysieren, • haben ein Basiswissen über die Entwicklung zentraler literaturwissenschaftlicher Konzepte, • erwerben die Fähigkeit, wissenschaftliche Positionen auszutauschen und im Gespräch zu verteidigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: spanische Sprachkenntnisse im Umfang von ca. 120 Unterrichtsstunden, Kenntnisse entsprechend Niveau GER A2
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Ein Reader mit theoretischen Texten und Primärliteratur wird kursbegleitend zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 72633	**Basismodul Spanische Sprachwissenschaft** Basic module: Spanish linguistics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Silke Jansen
5	**Inhalt**	Vermittlung iberoromanistischen Basiswissens: • Stellung der romanischen Sprachen in der Welt; • Klärung grundlegender sprachwissenschaftlichen Begriffe; • Erläuterung wichtiger Sprach- und Kommunikationsmodelle; • Einführung in Theorien und Methoden verschiedener Teildisziplinen der Sprachwissenschaft jeweils unter Berücksichtigung ihrer historischen Entwicklung; • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der Iberoromanistik, • sind in der Lage, gesprochene und geschriebene Texte des Spanischen mit Hilfe der vermittelten Theorien und Methoden zu analysieren, • kennen grundlegende sprachwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen, • haben ein Basiswissen über die Entwicklung zentraler sprachwissenschaftlicher Konzepte, • erwerben die Fähigkeit, wissenschaftliche Positionen auszutauschen und im Gespräch zu verteidigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: spanische Sprachkenntnisse im Umfang von ca. 120 Unterrichtsstunden, Kenntnisse entsprechend Niveau GER A2
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Kabatek, Johannes/Pusch, Claus, D. (2009): Spanische Sprachwissenschaft. Eine Einführung (bachelor-wissen). Tübingen: Narr Francke Attempto. Weitere Literaturhinweise erfolgen im Rahmen der Lehrveranstaltung.

1	**Modulbezeichnung** 72372	**Spanische Sprachpraxis 1** Spanish language practice 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Joachim Christl
5	**Inhalt**	• Grundstrukturen des Spanischen, insbes.: Verbformen des Futurs und Konditionals und ihre Verwendung, Subjuntivo, Festigung des Gebrauchs der Vergangenheitstempora, Passiv, Indirekte Rede • Erweiterung des Wortschatzes anhand landeskundlicher Themen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können sich in Standardsituationen des privaten und beruflichen Alltags mündlich und schriftlich verständigen, • können die vier Fertigkeiten Hören, Lesen, Sprechen, Schreiben in angemessener Weise einsetzen, • kennen wichtige Unterschiede in Gepflogenheiten und Verhaltensweisen zwischen der Ausgangs- und Zielkultur und gehen reflektiert mit diesen Unterschieden um, • verstehen die besonderen Merkmale gesprochener Sprache (Intonation, redesteuernde Partikeln, persönliche Anrede u.a.) und ihrer Textsorten (Dialog, Interview, Referat usw.) und wenden diese an; Themen und Situationen des Alltags und aus dem Bereich der Studieninhalte.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Sprachkenntnisse entsprechend Niveau GER** A2 bzw. Einführungskurs im Umfang von ca. 120 Std. Über das Niveau der tatsächlich vorhandenen Sprachkenntnisse orientiert ein Einstufungstest zu Semesterbeginn.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Regelmäßige Teilnahme Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Regelmäßige Teilnahme (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Ü Español intermedio I: Aula 3 International (Verlag Klett/ Difusión) • Ü Cultura y comunicación oral: Aufnahmen von Beispielen gesprochener Sprache (verschiedene Textsorten und Sprecher aus unterschiedlichen Ländern des hispanophonen Sprachraums)<b

Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 72624	**Basismodul Italienische Literaturwissenschaft** Italian literary studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christian Rivoletti
5	**Inhalt**	Vermittlung italoromanistisch-literaturwissenschaftlichen Basiswissens: • Klärung grundlegender literaturwissenschaftlicher Begriffe • Einführung in Theorien und Methoden der Literaturwissenschaft • Einführung in die Analyse lyrischer, narrativer und dramatischer Texte • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der italoromanistischen Literaturwissenschaft; • sind in der Lage, italienische gesprochene und geschriebene Texte mit Hilfe der vermittelten literaturwissenschaftlichen Theorien und Methoden zu analysieren; • kennen grundlegende literaturwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen; • können die Struktur literarischer Texte unterschiedlicher Gattungen angemessen erfassen und analysieren; • haben ein Basiswissen über die Entwicklung zentraler literaturwissenschaftlicher Konzepte; • erwerben die Fähigkeit, sich (literatur)wissenschaftliche Positionen zu erschließen und im Gespräch zu explizieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	dringend empfohlen: Sprachkenntnisse entsprechend GER B1
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausurnote = Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Italienisch

16	**Literaturhinweise**	Ein Reader mit theoretischen Texten und Primärliteratur wird kursbegleitend zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 72292	**Basismodul Italienische Sprachpraxis 1** Italian language practice 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Italiano Intermedio I (6 SWS) Übung: Comprensione e produzione orale I (2 SWS)	8 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Paola Cesaroni-Meinzolt Carla Ferrara	

4	**Modulverantwortliche/r**	Paola Cesaroni-Meinzolt
5	**Inhalt**	• Grundstrukturen des Italienischen, insbesondere Morphologie, Verbformen des Indikativs, Konjunktivs und Konditionals und ihre Verwendung, Aufbau des Wortschatzes im Bereich des Alltags, des eigenen Studiums und der persönlichen Interessen; • Festigung der Grundregeln der italienischen Aussprache; • Auseinandersetzung mit ausgewählten Aspekten der italienischen Gesellschaft im sprachlichen, sozio-politischen und kulturellen Bereich.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • sich in Anlehnung an die Deskriptoren des GER Niveau B1 zu Themen von allgemeinem Interesse bzw. des eigenen Lebens- und Studienumfelds schriftlich und mündlich äußern bzw. austauschen; • die Grundkompetenzen Hörverstehen und Sprechen durch kollaboratives Lernen und unter Verwendung von ersten einfachen Mediationsaufgaben aufbauen; • über sprachliche Phänomene selbstständig und unter Verwendung von induktiven Verfahren reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Sprachkenntnisse entsprechend GER A2. Über das Niveau der tatsächlich vorhandenen Sprachkenntnisse orientiert ein Einstufungstest zu Semesterbeginn.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Abschlussklausur (120 Min.) WiSe 2022/23: alternativ schriftliche Online-Prüfung mit Authentifizierung und Kontrolle (120 Min.) Die **konkrete Prüfungsform wird spätestens vier Wochen vor der Prüfung verbindlich** kommuniziert.

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausurnote = Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Italienisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise erfolgen im Rahmen der Lehrveranstaltung.

1	**Modulbezeichnung** 72623	**Basismodul Italienische Sprachwissenschaft** Italian language studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Basisseminar italienische Sprachwissenschaft (Basismodul 72623) (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Robert Hesselbach	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ludwig Fesenmeier
5	**Inhalt**	Vermittlung italoromanistisch-sprachwissenschaftlichen Basiswissens: • Stellung der romanischen Sprachen in der Welt • Klärung grundlegender sprachwissenschaftlicher Begriffe • Erläuterung wichtiger Sprach- und Kommunikationsmodelle • Einführung in Theorien und Methoden verschiedener Teildisziplinen der Sprachwissenschaft unter Berücksichtigung ihrer jeweiligen historischen Entwicklung • Entstehung und Entwicklung der Romanistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben einen fundierten Überblick über die sprachsystematischen Beschreibungsebenen (Phonetik/ Phonologie, Morphologie, Syntax, Semantik) im Bereich der italoromanistischen Sprachwissenschaft; • sind in der Lage, italienische gesprochene und geschriebene Texte mit Hilfe der vermittelten sprachwissenschaftlichen Theorien und Methoden zu analysieren; • kennen grundlegende sprachwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen; • verfügen über Basiswissen hinsichtlich der Entwicklung zentraler sprachwissenschaftlicher Konzepte; • erwerben die Fähigkeit, sich (sprach)wissenschaftliche Positionen zu erschließen und im Gespräch zu explizieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dringend empfohlen: Sprachkenntnisse entsprechend GER A2.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausurnote = Modulnote
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Italienisch

16	**Literaturhinweise**	• Blasco Ferrer, Eduardo (1994): Handbuch der italienischen Sprachwissenschaft, Berlin: Schmidt. • Sobrero, Alberto A./Miglietta, Annarita (2021): Introduzione alla linguistica italiana. Nuova edizione riveduta e aggiornata, Roma/Bari: Laterza. • Michel, Andreas (2016): Einführung in die italienische Sprachwissenschaft, Berlin/New York: De Gruyter. • Gabriel, Christoph/Meisenburg, Trudel (2021): Romanische Sprachwissenschaft, Paderborn: Brill/Fink. Weitere Literaturhinweise erfolgen im Rahmen der Lehrveranstaltung.

Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 75642	**Basismodul Außereuropäische Regionen I** Basic module: Non-European politics I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die politikwissenschaftliche Asienforschung (2 SWS) Vorlesung: Außereuropäische Regionen II: Einführung in die politikwissenschaftliche Nahostforschung, 2SWS (Political Science of the Middle East: An Introduction) (SWS) Vorlesung: Außereuropäische Regionen II: Einführung in die politikwissenschaftliche Nahostforschung (SWS) Vorlesung: Einführung in die politikwissenschaftliche Asienforschung (SWS) Keine	5 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Marco Bünte Katharina Nicolai Prof. Dr. Thomas Demmelhuber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Demmelhuber
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über zwei außereuropäische Regionen (Naher Osten und Südostasien). Politikwissenschaftliche Ansätze, die zur Untersuchung dieser Regionen („Area Studies“) angewendet werden sollen, sind u.a.: • historische Längsschnittanalysen hinsichtlich der Ausformung von regionalen Ordnungen, politischer Kulturen und Herrschaftsformen; • grundständige Konzepte von Staatlichkeit, Legitimität und Herrschaft bis hin zu Transformationstheorien; • regionale Kooperation und Konflikte sowie Einbettung in die internationale Politik (u.a. Regionalisierung, regionale Hegemonen) • Ideologien und politisches Denken (z.B. Nationalismus, Sozialismus, Islamismus, Dschihadismus).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden entwickeln ein grundständiges Verständnis von politikwissenschaftlichen Fragestellungen und Untersuchungsgegenständen in der Analyse von außereuropäischen Regionen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B.A. Politikwissenschaft
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (180 Minuten) Klausur (90 Minuten)

		Wahlweise Klausur (180 Min.) oder zwei Teilklausuren (je 90 Min.). Im Fall von zwei Teilklausuren müssen beide Teilklausuren bestanden sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) Klausur (100%) Klausur (50%) Die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der beiden Noten der Teilklausuren oder entspricht der Note der Klausur über 180 Minuten.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60h Eigenstudium: 90h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis zum jeweiligen Semester bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75644	**Basismodul Außereuropäische Regionen II** Basic module: Non-European politics II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Lines in Sand? History, Problems and Tribulations of Modern Middle Eastern Borders and State Territories (SWS) Proseminar: Zwischen Emanzipation und neuen Abhängigkeiten. Regime und Geopolitik im post-kolonialen Afrika. (2 SWS) Proseminar: Grundlagen der Vergleichenden Analyse Politischer Systeme: Schwerpunkt MENA (SWS) ja	- - -
3	Lehrende	Philipp Winkler Dr. Simon Primus Katharina Nicolai	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Demmelhuber
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse über zwei außereuropäische Regionen (z.B. den Nahen Osten, Südostasien, Nord- oder Lateinamerika). Politikwissenschaftliche Ansätze, die zur Untersuchung dieser Regionen angewendet werden sollen, sind: • Transformation politischer Systeme (Kolonisierung und Dekolonisierung, Modernisierungstheorien, Revolutionstheorien, Demokratisierung und andere Formen des Regimewechsels); • historische Analyse langfristiger Auswirkungen geschichtlicher Entwicklungen auf die Ausformung politischer Kulturen; • regionale Kooperation und Konflikte; regionale Formen der Globalisierung; • Ideologieanalyse und politisches Denken (z.B. des Nationalismus, Liberalismus, „Fundamentalismus“, Sozialismus). Durch Referate, regelmäßige mündliche Kurzbeiträge aller Teilnehmer und/oder Gruppenarbeiten wird die für das jeweilige Proseminar grundlegende Argumentationsführung gemeinsam erarbeitet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden üben die Anwendung oben genannter Ansätze exemplarisch ein und sind dadurch in der Lage, grundsätzliche Fragestellungen der oben genannten Aspekte zu erkennen und zu analysieren; - können die erworbenen Grundkenntnisse und –fähigkeiten vor einer Gruppe präsentieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird dringend empfohlen, am Proseminar erst teilzunehmen, nachdem das Einführungsmodul erfolgreich absolviert wurde.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B.A. Politikwissenschaft

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit Referat (30 Minuten) und Hausarbeit (10-12 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%) Referat 30%, Hausarbeit 70%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30h Eigenstudium: 120h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75632	**Basismodul Internationale Beziehungen I** Basic module: International relations I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der internationalen Politik I: Geschichte und Theorien der internationalen Beziehungen (IB 1) (2 SWS) Hauptseminar: AER (2 SWS) Vorlesung: “ Grundlagen der internationalen Politik II: Staatliche Akteure und Internationale Organisationen (IB 2)“ (SWS) Vorlesung mit Übung: Grundlagen der internationalen Politik I: Geschichte und Theorien der internationalen Beziehungen (SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Grundlagen der internationalen Politik II: Staatliche Akteure und Internationale Organisationen, IB 2 (SWS, SoSe 2024) Keine	2,5 ECTS 5 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Stefan Fröhlich Prof. Dr. Thomas Demmelhuber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Stefan Fröhlich
5	**Inhalt**	Das Modul dient der Vermittlung grundständigen Wissens über Grundfragen, praktische Relevanz und Begrifflichkeit der Internationalen Beziehungen; dabei werden vor allem folgende für die Teildisziplin relevante Aspekte berücksichtigt: • wissenschaftstheoretische Ansätze und Denkschulen im internationalen System; • staatliche Akteure und ihre Außenpolitiken im internationalen System (u.a. USA, Russland, Großbritannien, Frankreich und die Bundesrepublik; besondere Beachtung findet in diesem Kontext auch die EU als quasi-staatliche Einheit); • internationale Organisationen und NGOs in den Bereichen Sicherheit, Wirtschaft und Finanzen; auch hier findet das Mehrebenensystem der EU als supranationale Organisation besondere Berücksichtigung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen, die Strukturen und Grunddeterminanten des internationalen Systems zu erfassen; • lernen, diese auf die relevanten Theorien anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010

		B.A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (180 Minuten) Wahlweise Klausur (180 Minuten) oder zwei Teilklausuren (je 90 Minuten). Im Fall von zwei Teilklausuren müssen beide Teilklausuren bestanden sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) Klausur (50%) Klausur (100%) Die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der beiden Noten der Teilklausuren oder entspricht der Note der Klausur über 180 Minuten.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60h Eigenstudium: 90h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75634	**Basismodul Internationale Beziehungen II** Basic module: International relations II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Der internationale Schutz sozialer Menschenrechte – eine Einführung (SWS) Proseminar: Russland und „der“ Westen (SWS) Proseminar: Politics by Protest – The Influence of Protest Movements on American Politics (SWS) Ja	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Krennerich Dr. Kristina Maul	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Stefan Fröhlich
5	**Inhalt**	Das Modul dient der Vertiefung der im Modul Internationale Beziehungen I erworbenen Kenntnisse in Form des Studiums relevanter Politikfelder, der ihnen zugrundeliegenden Entscheidungsprozesse, sowie exemplarischer Fallstudien. Durch Referate, regelmäßige mündliche Kurzbeiträge aller Teilnehmer und/oder Gruppenarbeiten wird die für das jeweilige Proseminar grundlegende Argumentationsführung gemeinsam erarbeitet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Wechselwirkungen zwischen einem politischen System und seinem internationalen Umfeld unter Einbeziehung einer kritischen Reflexion der zugrundeliegenden Annahmen der relevanten Theorien erklären; • lernen, einigermaßen verlässliche Prognosen über künftige Entwicklungen zu formulieren, wie sie für die praktische Politik benötigt werden; • können die erworbenen Grundkenntnisse und -fähigkeiten vor einer Gruppe präsentieren; • lernen, die Präsentationen ihrer Kommilitonen kritisch einzuordnen, die Ergebnisse zu diskutieren und das eigene Argumentationsvermögen zu stärken; • erwerben die Voraussetzungen für ein vertieftes Fachstudium.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird dringend empfohlen, am Proseminar erst teilzunehmen, nachdem das Einführungsmodul erfolgreich absolviert wurde.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B.A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit Referat (30 Minuten) und Hausarbeit (10-12 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%) Referat 30%, Hausarbeit 70%

12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30h Eigenstudium: 120h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75623	**Basismodul Politische Systeme I** Basic module Political systems I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: AER (2 SWS) Vorlesung: Politische Systeme I: Das politische System der Bundesrepublik Deutschland (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Politische Systeme II (SWS) Vorlesung: Politische Systeme I: Das politische System der Bundesrepublik Deutschland (SWS, WiSe 2023) Vorlesung: Politische Systeme II: Einführung in die Vergleichende Politikwissenschaft (SWS) keine	5 ECTS 2,5 ECTS - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Demmelhuber PD Dr. Thorsten Winkelmann Prof. Dr. Sandra Eckert Prof. Dr. Constantin Wurthmann Dr. Simon Primus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sandra Eckert
5	**Inhalt**	Das Modul dient der Vermittlung grundständigen Wissens über (1) das politische System der Bundesrepublik Deutschland (Institutionen, Normengefüge und politische Prozesse), (2) die vergleichende Analyse politischer Systeme (Grundbegriffe der vergleichenden Regierungslehre, typologisierender Strukturvergleich politischer Systeme).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die Bedeutung der Verfassungsorgane und politischen Kräfte innerhalb der einzelnen politischen Systeme selbst sowie der verschiedenen Verfassungsordnungen für den politischen Konfliktaustrag, insbesondere auch im Hinblick auf die demokratischen Mitwirkungsmöglichkeiten der Staatsbürgerinnen und Staatsbürger und damit für die Stabilität von Demokratien, beurteilen; • erwerben die Voraussetzungen für ein vertieftes Fachstudium.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B.A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (180 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Wahlweise Klausur (180 Min.) oder zwei Teilklausuren (je 90 Min.). Im Fall von zwei Teilklausuren müssen beide Teilklausuren bestanden sein.

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (50%) Klausur (50%) Die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der beiden Noten der Teilklausen oder entspricht der Note der Klausur über 180 Minuten.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60h Eigenstudium: 90h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis zum jeweiligen Semester bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75624	**Basismodul Politische Systeme II** Basic module Political systems II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Politischer Extremismus in Deutschland: aktuelle Gefährdungen und Trends (2 SWS) Proseminar: Smart City - welchen Beitrag können die Kommunen im Kampf gegen den Klimawandel leisten? (SWS) Proseminar: (K)ein Silberstreif am Horizont? Entwicklung und Stand der EU-Asylpolitik (SWS) Proseminar: Das deutsche Parteiensystem im Wandel (SWS) ja	4 ECTS - - -
3	Lehrende	PD Dr. Thorsten Winkelmann Prof. Dr. Siegfried Balleis Prof. Dr. Petra Bendel Prof. Dr. Constantin Wurthmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sandra Eckert
5	**Inhalt**	Das Modul dient der exemplarischen Vertiefung der im Modul Politische Systeme I erworbenen Kenntnisse in Form des Studiums einzelner politischer Systeme, exemplarischer Länderstudien oder Politikfeldanalysen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind in der Lage, relevante Fragen der Bedeutung von Verfassungsorganen, politischen Kräften und politischen Systemen zu identifizieren und zu diskutieren; • erarbeiten die für das jeweilige Proseminar grundlegende Argumentationsführung gemeinsam durch Referate, regelmäßige mündliche Kurzbeiträge aller Teilnehmer und/ oder Gruppenarbeiten; • können die erworbenen Grundkenntnisse und -fähigkeiten vor einer Gruppe präsentieren; • reflektieren und hinterfragen die Beiträge ihrer Kommilitonen, geben ein inhaltliches feedback und trainieren dabei das eigene Argumentationsvermögen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird dringend empfohlen, am Proseminar erst teilzunehmen, nachdem das Einführungsmodul erfolgreich absolviert wurde.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B.A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit Referat (30 Minuten) und Hausarbeit (10-12 Seiten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%) Referat 30%, Hausarbeit 70%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30h Eigenstudium: 120h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75612	**Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte I** Basic module: Political theory and history of ideas I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Politische Theorie und Ideengeschichte I (2 SWS) Hauptseminar: AER (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung im Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte I: Politische Theorie und Ideengeschichte I (SWS) Vorlesung: Einführung in die Politische Theorie und Ideengeschichte II (SWS, SoSe 2024) Keine	2,5 ECTS 5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Sebastian Huhnholz Prof. Dr. Thomas Demmelhuber Prof. Dr. Eva Marlene Hausteiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eva Marlene Hausteiner
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt Grundwissen über systematische Fragestellungen, zentrale Begriffe, problemorientierte Lösungsansätze und geistesgeschichtliche Kontexte in der politischen Philosophie, der Geschichte der politischen Ideen seit der Antike und in politischen Theorien. Die Studierenden werden angeleitet, sich fundierte Kenntnisse über politiktheoretische Positionen aus verschiedenen historischen Epochen und über systematische Fragestellungen und zentrale Ansätze hauptsächlich aus Quellen zu erarbeiten. Das Modul vermittelt ein kritisches Verständnis der kognitiven Voraussetzungen von Politik und der gemeinsamen theoretischen Grundlagen der Politischen Wissenschaften auch in Verbindung zu weiteren relevanten geistes- , gesellschafts- und kulturwissenschaftlichen Fächern. Behandelt werden unterschiedliche Typen und Materien des politischen Denkens in divergenten historischen, ideologischen, religiösen, kulturellen, ökonomischen, sozialen, wissenschaftlichen und zivilisatorischen Kontexten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • eignen sich Kenntnisse über Hauptpositionen in der Geschichte der politischen Ideen unter besonderer Berücksichtigung der politischen Philosophie an, • schulen ihre Fähigkeiten hinsichtlich der politiktheoretischen Textanalyse bezüglich unterschiedlicher Materien und der Hermeneutik, • entwickeln ein kritisches Vermögen im Umgang mit den kognitiven Grundlagen der Politik und • entwickeln ein Problembewußtsein hinsichtlich der Struktur und der Konsequenzen von spezifischen Typen politischen Denkens.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B. A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen), Ergänzungsstudien in ausgewählten Disziplinen und Fächern.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (180 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Wahlweise Klausur (180 Min.) oder zwei Teilklausuren (je 90 Min.). Im Fall von zwei Teilklausuren müssen beide Teilklausuren bestanden sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (50%) Klausur (50%) Die Modulnote ergibt sich aus dem arithmetischen Mittel der beiden Noten der Teilklausuren oder entspricht der Note der Klausur über 180 Minuten.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60h Eigenstudium: 90h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75614	**Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte II** Basic module: Political theory and history of ideas II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Universalismus versus Partikularismus – ein unvereinbarer Gegensatz? (SWS) Proseminar: Proseminar Politische Theorie und Ideengeschichte (vorlesungsbegleitendes Lektüreseminar) (SWS) Proseminar: Theorien des zivilen Ungehorsams (SWS) Proseminar: Thomas Morus: Utopia (SWS) Ja	- - - -
3	Lehrende	Laila Riedmiller Prof. Dr. Sebastian Huhnholz Rieke Trimcev Marco Schendel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eva Marlene Hausteiner
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt Grundkenntnisse über systematische Fragestellungen, zentrale Begriffe, problemorientierte Lösungsansätze und geistesgeschichtliche Kontexte in der politischen Philosophie, der Geschichte der politischen Ideen seit der Antike und in politischen Theorien. Die Studierenden erarbeiten sich fundierte Grundkenntnisse über politiktheoretische Positionen aus verschiedenen historischen Epochen und über systematische Fragestellungen und zentrale Ansätze aus Quellen. Sie analysieren die theoretischen Voraussetzungen, Strukturen und Konsequenzen politischer und politikwissenschaftlicher Begriffe und Ideen, Handlungsweisen und Ordnungsvorstellungen, Phänomene und Problemlagen. Sie entwickeln in der Seminardiskussion ein kritisches Verständnis der kognitiven Voraussetzungen von Politik und der gemeinsamen theoretischen Grundlagen der Politischen Wissenschaften auch in Verbindung zu weiteren relevanten geistes-, gesellschafts- und kulturwissenschaftlichen Fächern. Behandelt werden unterschiedliche Materien und Typen des politischen Denkens in divergenten historischen, ideologischen, religiösen, kulturellen, ökonomischen, sozialen, wissenschaftlichen und zivilisatorischen Kontexten. Durch Referate, regelmäßige mündliche oder schriftliche Kurzbeiträge aller Teilnehmer und/oder Gruppenarbeiten wird der für das jeweilige Proseminar Stoff gemeinsam erarbeitet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • eignen sich durch ihre Teilnahme an den Seminarsitzungen und durch ergänzendes Quellenstudium Kenntnisse über Hauptpositionen in der Geschichte der politischen Ideen unter besonderer Berücksichtigung der politischen Philosophie an, • praktizieren und festigen ihre Fähigkeiten hinsichtlich der Recherche, der politiktheoretischen Dokumenten- und Textanalyse unterschiedlicher Materien und der Hermeneutik,

		• können die erworbenen Grundkenntnisse und –fähigkeiten vor einer Gruppe präsentieren, • sollen ihre Kenntnisse und Urteile im Seminar fundiert diskursiv begründen und vermitteln, • entwickeln ein politiktheoretisches Problembewußtsein und Fähigkeiten im kritischen Umgang mit den kognitiven Grundlagen der Politik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, am Proseminar erst teilzunehmen, nachdem das Einführungsmodul erfolgreich absolviert wurde.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende Master of Science Informatik 2010 B. A. Politikwissenschaft, Lehramtsstudiengang Politik und Gesellschaft (Gymnasien und Realschulen), Ergänzungsstudien in ausgewählten Disziplinen und Fächern.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit Referat (30 Minuten) und Hausarbeit (10-12 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (100%) Referat 30%, Hausarbeit 70%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30h Eigenstudium: 120h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis bekannt gegeben.

Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik

1	**Modulbezeichnung** 97247	**Fertigungsmesstechnik I** Manufacturing metrology I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Fertigungsmesstechnik I - Übung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Fertigungsmesstechnik I (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Grundlagen: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Messbedingungen und Zeitpunkte, Methoden und Teilaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Ziele der Fertigungsmesstechnik; Begriffsdefinitionen: Messen, Überwachen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Geschichte der Fertigungsmesstechnik, Ausrüstung in der Fertigungsmesstechnik, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel, klassische Fertigungsmesstechnik, Koordinatenmesstechnik; Begriffe der Messtechnik (Wiederholung aus Grundlagenvorlesung): Messgröße, Größenwert, Messergebnis, Messwert, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Empfindlichkeit, Messbereich, Auflösung (Orts- bzw. Skalenauflösung vs. Strukturauflösung, Amplituden-Wellenlängen-Diagramm), wahrer Wert, vereinbarter Wert, systematische und zufällige Messabweichung, Kalibrierung, Verifizierung, Eichung, Validierung, Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Messunsicherheit • Längenmesstechnik (Handmessmittel und Normale): Aufgaben und Einsatz der Längenmesstechnik, Messschieber (Aufbau, Ablesung), Nonius, Parallaxenabweichung, Abweichung 1.-Ordnung, Abbe´sches Komparatorprinzip, Messvarianten mit Messschiebern, Bauformen von Messschiebern, Messschrauben (Aufbau, Ablesung), Abweichung 2.-Ordnung, Bauformen von Messschrauben, Messuhr, Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät, induktive Messtaster (Aufbau, Kennlinie), Ursachen von Messabweichungen: Messkreis, Temperatureinflüsse, Ausdehnungskompensation, Flächenpressung und Abplattung, Deformation von Messplatten und langen Teilen, Kippungs- und Führungsabweichungen, Formabweichungen und -änderungen (Gleichdick bzw. Reuleaux-Polygone), Ellipse und Dreibogengleichdick, Dreipunktmessung, Zentrierfehler und Zentrierhilfen; Werkstoffe für Messkreise: Aluminium, Stahl, Invar 36, Super Invar 32-5, Naturstein, Polymerbeton, Keramiken, Gesintertes Siliziumcarbid, NEXCERA N113G, Titanium-Silikatglas ULE, Zerodur, mechanische Spannungen und Kriechen; Maßverkörperungen: Parallelendmaße, Fühlerlehren, Grenzrachenlehren

- Längenmesstechnik (Maßstäbe und Encoder): Maßstäbe mit visueller Ablesung: Maßstäbe mit Skalen, Auflösungsvermögen des Auges, Spiralokular, Abweichung 1.- und 2.-Ordnung (Messmikroskop), Abbe Komparator, Eppensteinprinzip; optische inkrementelle Encoder: Längenmessungen mit inkrementellen Encodern, Teilungsbreite vs. Detektorgröße, Moiré-Effekt, Prinzip eines optischen inkrementellen Encoders, Ermittlung Bewegungsrichtung Inkremental-Encoder, Quadratursignale und richtungsabhängige Zählung (Abtastplatte), Netzwerkinterpolatoren (Auflösungserhöhung), Demodulation für Encodersignale, Demodulationsabweichungen (Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen), Heydemannkorrektur, Differenzsignale, Abtastung (abbildendes Prinzip, Durchlicht und reflektiertes Licht), kodierte Referenzmarken, Einfeldlesekopf, Abtastung (interferentielles Prinzip, reflektiertes Licht), Drei-Achsen-Verschiebungssensoren; optische absolute Encoder: absolut codierte Maßstäbe, V- und U-Anordnung und Gray Code, Pseudo Random Code; magnetische, induktive und kapazitive Linearencoder: magnetische Linearencoder, induktive Linearencoder, kapazitive Linearencoder; Längenmessgeräte: Universallängenmessgerät, Höhenmessgerät
- Längenmesstechnik (Interferometer): Interferenz und Interferometer: Interferometrie, Michelson Versuch, Interferenz, Wellengleichung, transversale elektromagnetische Welle (TEM), Polarisation des Lichtes, Überlagerung von Wellen (konstruktive und destruktive Interferenz), Voraussetzung für die interferometrische Längenmessung, Interferenz von Lichtwellen, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Michelson-Interferometer, Interferenz am Homodyninterferometer, Abstand der Interferenzlinien, Einteilung von Interferometern; Demodulation von Interferometersignalen: Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer, Vergleich der Homodyn- und Heterodyninterferometer, Luftbrechzahl, parametrische und interferometrische Erfassung, Totstreckenkorrektur, praktische Realisierung der Demodulation am Homodyninterferometer, Quantisierungsabweichungen, Demodulationsabweichungen durch Quadratursignalrauschen, Längenabweichungen durch Offset-, Amplituden- und Phasenabweichungen, Kompensation der statischen Abweichungen, verbleibende dynamische Abweichungen; Kohärenz: räumliche und zeitliche Kohärenz, Kohärenzlänge von Einfrequenz- und Zweifrequenzlasern sowie Weißlicht; He-Ne-Laser und Rückführbarkeit: spontane und stimulierte Emission, Laser (Aufbau, Resonator und Entstehung der Lasermoden),

Resonatoranordnungen, Gauß-Strahlen, Transformation von Gauß-Strahlen (dünne Linsen), He-Ne-Laser (Energiezustände, Aufbau, Prinzip, Verstärkungskurve und Lasermoden, Frequenzstabilität), Methoden zur Stabilisierung von He-Ne-Lasern (Lamb-dip, externe Absorptionszelle, Intensitätsgleichheit bei Zeeman-Aufspaltung, Intensitätsgleichheit orthogonal linear polarisierter Moden), Messung der Beatfrequenz, optischer Frequenzkamm, Rückführbarkeit der Längenmessung (kurze Strecken), Realisierung der Meterdefinition, Rückführbarkeit der Längenmessung (große Strecken); Absolutinterferometrie: Mehrwellenlängeninterferometer; Interferometeraufbauten: Oberflächenspiegel, Prismen, Retroreflektoren, Strahlteiler, planparallele Platte, Drehkeilpaar, Linearpolarisatoren - strahlteilende Polarisatoren, Lambda/2- und Lambda/4-Platten, Faraday-Isolator, Baukastensysteme, Aufbauvarianten, Messabweichungen und Messkreise, Kompaktinterferometer (z. B. Homodyninterferometer), Kombination von Kippinvarianz und lateraler Verschiebung, Justage von Interferometern; Anwendung von Interferometern: Präzisions-Längenkomparator, Kalibrierinterferometer, Laser Tracer, Multilateration, Laser Vibrometrie, Interferenzkomparator

- Winkel- und Neigungsmesstechnik: Winkelmessung und Aufgaben: ebener Winkel, Raumwinkel, Messaufgaben; Winkelmaßverkörperungen: Einzelwinkelnormale, Winkelendmaße, Sinuslineal, Sinus-Winkel-Einstellgerät, Tangenslineal, Winkelprisma verstellbar, mechanische Kreisteilungsnormale, optische Kreisteilungsnormale, Winkelencoder (optisch oder induktiv), Spiegelpolygon, Pentaprisma; Winkelmessgeräte: Winkelmesser, Universalwinkelmesser, Winkelencoder (inkrementell absolut codiert); Messabweichungen: Scheitel- und Schenkeldeckung, Doppelablesung (180°-Ablesung); Neigungsmessung: Wasserwaagen, Libellen, Koinzidenzlibelle, Schlauchwaage, Klinometer/ Inklinometer (MEMs, Kraftkompensationssensoren); optische Winkelmessgeräte: Fernrohr, Kollimator, Strichplatten, Kollimator und Fernrohr, Autokollimator (visuelle und elektronische Ablesung), Autokollimator-Anwendungen (Winkelverschiebung, Geradheitsmessung, Rechtwinkligkeitsmessung, Kalibrierung von Drehtischen), Sextant, Theodolit und Tachymeter, Lasertracker, Winkelmessung mit Laserinterferometern, Kalibrierinterferometer
- Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS): Grundlagen der GPS: Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit), Ordnungssystem für Gestaltabweichungen, geometrischen Toleranzen, Entwicklung der Normung und Messtechnik,

System der geometrischen Produktspezifikation, ISO-GPS-Matrix, Grundsätze, Dualitätsprinzip, Operatoren, Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement, …), Standardgeometrieelemente; Toleranzen von Längenmaßen: Größenmaße, Spezifikationsmodifizierer für Längenmaße, Toleranzen von Längenmaßen, Nennmaß, Grenzmaß, Abmaß, Grenzabmaß, ISO-Toleranzsystem für Längenmaße ISO-Passungen; Toleranzen von Winkelmaßen: Spezifikationsmodifizierer für Winkelmaße, Winkelgrößenmaße; Entscheidungsregeln für Konformitäts- und Nichtkonformitätsnachweis: Kennwerte für Messabweichungen, „Goldene Regel“ der Messtechnik nach Berndt (ca. 1924), Prüfung auf Konformität, Prüfung auf Nichtkonformität; Bezüge, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranz, zusätzliche Spezifikationen (grundlegende GPS-Spezifikationen, Unabhängigkeitsprinzip, Maximum-Material-Bedingung, Minimum-Material-Bedingung, Reziprozitätsbedingung, Hüllbedingung, "Taylor'scher Grundsatz“, freier Zustand; Allgemeintoleranzen, Welligkeit und Rauheit, Kanten mit unbestimmter Gestalt, definierte Übergänge zwischen Geometrieelementen (Kante bestimmter Gestalt), Produktionsprozessspezifische Normen (Gußteile, Kunststoff-Formteile, thermisches Schneiden)

- Taktile Koordinatenmesstechnik: Historie, Gerätetechnik: Grundanordnung, konventionelle und unkonventionelle Bauarten, Gerätetechnik (Antriebe, Führungen, Längenmesssysteme), Tastsysteme (Übersicht, Messung der Auslenkung, Messsignale, Antastung, Einzelpunktantastung, Scanning, Richtungsempfindlichkeit, Erzeugung der Antastkraft, Kinematik, Bestandteile, kinematische Kopplungen, Dreh-Schwenk-System, Taster, Arten von Tastsystemen, mechanische Filterwirkung), Steuereinheit, Zusatzeinrichtungen (Drehtisch, Taster- und Messkopfwechselbank, Werkstückfixierung); Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Messung: Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe inkl. Bezugssystem, Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis, Vorbereitung der Messung, Aufspannen des Werkstücks, Auswahl des Messkopfes und Tasters, Einmessen des Tasters, Festlegen der Messstrategie, Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren, Operatoren, Messunsicherheitsbestimmung); Spezifikation, Parameter und Prüfung (Annahme- und Bestätigungsprüfung, Überwachung von Koordinatenmessgeräten, Normale, Spezifikation)
- Taktile Oberflächenmesstechnik: Oberflächen, Charakterisierung von Oberflächen, Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkung und Einflussgrößen, Oberflächenmessverfahren; taktile

Messverfahren: Tastschnittgeräte, Diamant-Tastspitze, Messumformer, morphologische Filterwirkung, Bauarten; Überblick Oberflächenparameter; Profilparameter (2D; DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 21920-2): Auswertung eines Oberflächenprofils, Filterung, Messstrecke und Einzelmessstrecken, Senkrechtkenngrößen, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen, Kenngrößen aus charakteristischen Kurven, Motifkenngrößen; Flächenparameter (3D; DIN EN ISO 25178-2): Auswertung einer Flächentopographie, Höhenparameter, Hybridparameter, flächenhafte Materialanteilkurve, Topographische Elemente; Streulichtparameter: Varianz der Verteilungskurve

Content:

- Basics: Sub-areas of industrial metrology, basic tasks of manufacturing metrology, measuring conditions and points in time, methods and subtasks of manufacturing metrology, objectives of manufacturing metrology; definitions of terms: measuring, monitoring, testing, checking, gauging, history of manufacturing metrology, equipment in manufacturing metrology, basic classification of measuring and testing equipment, classical manufacturing metrology, coordinate metrology; terms of metrology (repetition from fundamental lecture): measured quantity, quantity value, measurement result, measured value, measurement principle, measurement method, measurement procedure, sensitivity, measurement range, resolution (spatial or scale resolution vs. structural resolution, amplitude-wavelength diagram), true value, agreed value, systematic and random measurement deviation, calibration, verification, validation, measurement precision, measurement accuracy, measurement correctness, measurement uncertainty
- Length measuring technique (hand-held measuring devices and standards): tasks and use of length measuring technique, caliper (construction, reading), vernier, parallax deviation, error of the 1st order, Abbe's comparator principle, measuring variants with calipers, types of calipers, micrometers (construction, reading), error of the 2nd order, types of micrometers, dial gauge, vernier pointer, lever gauge, inductive probes (construction, characteristic curve), causes of measuring errors: measuring circuit, temperature influences, expansion compensation, surface contact pressure and flattening, deformation of measuring plates and long parts, tilting and guiding deviations, shape deviations and changes (equal thickness or Reuleaux polygons), ellipse and three-arc equal thickness, three-point measurement, centring errors and centring aids; materials for measuring circuits: Aluminium, steel, Invar 36, Super Invar 32-5, natural stone, polymer concrete, ceramics, sintered silicon carbide, NEXCERA N113G, titanium silicate glass ULE, Zerodur, mechanical

		stresses and creep; Dimensional standards: gauge blocks, feeler gauges, limit gauges • Length measuring technique (scales and encoders): scales with visual reading: scales with graduations, resolving power of the eye, spiral eyepiece, 1st and 2nd order error (measuring microscope), Abbe comparator, Eppenstein principle; optical incremental encoders: length measurement with incremental encoders, graduation width vs. detector size, Moiré effect, principle of an optical incremental encoder, determination of direction of movement incremental encoder, quadrature signals and direction-dependent counting (scanning plate), network interpolators (resolution increase), demodulation for encoder signals, demodulation deviations (quantisation, amplitude, offset and phase deviations), Heydemann correction, differential signals, scanning (imaging principle, transmitted and reflected light), coded reference marks, single-field reading head, scanning (interferential principle, reflected light), three-axis displacement sensors; optical absolute encoders: absolute coded scales, V and U arrangement and Gray code, pseudo random code; magnetic, inductive and capacitive linear encoders: magnetic linear encoders, inductive linear encoders, capacitive linear encoders; linear encoders: universal linear encoder, height encoder • Length measurement technique (interferometer): interference and interferometer: interferometry, Michelson experiment, interference, wave equation, transverse electromagnetic wave (TEM), polarisation of light, superposition of waves (constructive and destructive interference), prerequisite for interferometric length measurement, interference of light waves, homodyne principle, heterodyne principle, interference at the Michelson interferometer, interference at the homodyne interferometer, distance of interference lines, classification of interferometers; demodulation of interferometer signals: demodulation at the homodyne interferometer, demodulation at the heterodyne interferometer, comparison of homodyne and heterodyne interferometers, air refractive index, parametric and interferometric acquisition, dead-pahth correction, practical realisation of demodulation at the homodyne interferometer, quantisation deviations, demodulation deviations due to quadrature signal noise, length deviations due to offset, amplitude and phase deviations, compensation of static deviations, remaining dynamic deviations; coherence: spatial and temporal coherence, coherence length of single-frequency and dual-frequency lasers and white light; He-Ne laser and traceability: spontaneous and stimulated emission, lasers (structure, resonator and origin of laser modes), resonator arrangements, Gaussian beams, transformation of Gaussian beams (thin lenses), He-Ne lasers (energy states, structure, principle, gain curve and laser modes,

frequency stability), methods for stabilising He-Ne lasers (Lamb-dip, external absorption cell, intensity equality with Zeeman splitting, intensity equality of orthogonally linearly polarised modes), measurement of beat frequency, optical frequency comb, traceability of length measurement (short distances), realisation of metre definition, traceability of length measurement (long distances); absolute interferometry: multi-wavelength interferometer; interferometer set-ups: surface mirrors, prisms, retroreflectors, beam splitters, plane-parallel plate, rotating wedge pair, linear polarisers - beam-splitting polarisers, lambda/2 and lambda/4 plates, Faraday isolator, modular systems, set-up variants, measurement errors and measurement circuits, compact interferometers (e.g. homodyne interferometer), combination of tilt invariance and lateral displacement, adjustment of interferometers; application of interferometers: precision length comparator, calibration interferometer, laser tracer, multilateration, laser vibrometry, interference comparator

- Angle and inclination measuring technology: angle measurement and tasks: plane angle, solid angle, measuring tasks; angle measuring standards: single angle standards, angle end measures, sine ruler, sine angle adjuster, tangent ruler, angle prism adjustable, mechanical circular graduation standards, optical circular graduation standards, angle encoder (optical or inductive), mirror polygon, pentaprism; angle measuring instruments: protractor, universal protractor, angle encoder (incremental absolute coded); measurement deviations: vertex and limb coverage, double reading (180° reading); inclination measurement: spirit levels, bubble levels, coincidence bubble, hose level, clinometer/ inclinometer (MEMs, force compensation sensors); optical angle measuring instruments: Telescope, collimator, graticules, collimator and telescope, autocollimator (visual and electronic reading), autocollimator applications (angular displacement, straightness measurement, squareness measurement, calibration of rotary tables), sextant, theodolite and tachymeter, laser tracker, angle measurement with laser interferometers, calibration interferometer
- Geometric product specification and verification (GPS): fundamentals of GPS: systematics of shape deviation types (dimensional, form, positional and surface quality deviations), classification system for shape deviations, geometric tolerances, development of standardisation and metrology, system of geometric product specification, ISO GPS matrix, principles, duality principle, operators, definition of terms of geometry elements (nominal, real, recorded and assigned geometry element, ...), standard geometry elements; tolerances of length dimensions: size dimensions, specification modifiers for length dimensions, tolerances of length

dimensions, nominal dimension, limit dimension, allowance, limit allowance, ISO tolerance system for length dimensions ISO fits; tolerances of angle dimensions: specification modifiers for angular dimensions, angular size dimensions; decision rules for proof of conformity and non-conformity: characteristic values for measurement deviations, "Golden Rule" of metrology according to Berndt (ca. 1924), verification of conformity, verification of non-conformity; references, shape, direction, location and running tolerance, additional specifications (basic GPS specifications, independence principle, maximum material condition, minimum material condition, reciprocity condition, envelope condition, "Taylor's principle", free state; general tolerances, waviness and roughness, edges of indeterminate shape, defined transitions between geometry elements (edge of determinate shape), production process specific standards (castings, moulded plastic parts, thermal cutting)

- Tactile coordinate measuring technology: history, instrument technology: basic arrangement, conventional and unconventional designs, machine technology (drives, guideways, length measuring systems), tactile systems (overview, measurement of deflection, measuring signals, probing, single-point probing, scanning, directional sensitivity, generation of probing force, kinematics, components, kinematic couplings, rotary-tilt system, probes, types of tactile systems, mechanical filter effect), control unit, additional equipment (rotary table, probe and measuring head changing bench, workpiece fixing); preparation, execution and evaluation of the measurement: describing and specifying the measuring task incl. reference system reference system, determining influences on the measurement result, preparing the measurement, clamping the workpiece, selecting the measuring head and probe, calibrating the probe, determining the measurement strategy, evaluating the measurement results (compensation methods, operators, determining the measurement uncertainty); specification, parameters and testing (acceptance and confirmation testing, monitoring coordinate measuring machines, standards, specification)
- Tactile surface metrology: surfaces, characterisation of surfaces, surface measuring principles, interaction and influencing variables, surface measuring methods; tactile measuring methods: tactile measuring methods: stylus instruments, diamond stylus tip, transducer, morphological filter effect, types; overview of surface parameters; profile parameters (2D; DIN EN ISO 4287 and DIN EN ISO 21920-2): evaluation of a surface profile, filtering, measuring section and individual measuring sections, perpendicular parameters, horizontal parameters, mixed parameters, parameters from characteristic curves, motif parameters; surface parameters

		(3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen • Die Studierdenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen. • Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen. • Die Studierdenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen • Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren. • Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren. • Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen. • Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 • DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 • Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 • Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 • Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 • Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2 • Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2 • Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5 • Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969 • Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9 • Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 • *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik* • [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0 • [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]http://www.koordinatenmesstechnik.de/ • [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html

1	**Modulbezeichnung** 96925	**Fertigungsmesstechnik II** Manufacturing metrology II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	*Optische Oberflächenmesstechnik:* Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Mikroskope und Komponenten, Messmikroskope, Numerische Apertur, Punktverwaschungsfunktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie, Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray), Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor, Laser-Autofokusverfahren, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung *Taktile Formmesstechnik:* Grundlagen der Formmesstechnik, Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme) Messabweichungen (Einflussfaktoren, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen) Kalibrierung von Formessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale) Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren *Optische Formmesstechnik:* Interferometrische Formmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen) Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen) *Photogrammmetrie:* Grundprinzip, Stereophotogrammmetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation (Punkttriangulation, linienhafte und flächenhafte Triangulation) Streifenlichtprojektion (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikamerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen) *Röntgen-Computertomografie:* Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung), Detektoren, Vergrößerung, Rekonstruktion (Radontransformation,

		algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion, Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Scannerausrichtung), Schwellwertfindung, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial), Rückführung *Spezifikation und Messung optischer Komponenten:* Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Prüfung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen *Mikro- und Nanomesstechnik:* Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Sudierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik. • Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben • Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern. • Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen. • Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten. Erschaffen

		• Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2 Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2

		Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9 David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012

1	**Modulbezeichnung** 607629	**Hauptseminar Messtechnik** Advanced seminar Manufacturing metrology	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte

5	**Inhalt**	*Ablauf des Seminars*
		|*1. Voranmeldung StudOn*|
		•
		  ° Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfgang des Semsters. Ausnahmen sind möglich.
		  ° Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.
		  ° Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.
		  ° Kontakt mit dem Betreuuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.
		  ° Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.
		  ° Recherche, Auswahl der Informationen.
		  ° Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).
		  ° Feine Ablaufplanung: Detaillierung der Inhalte (Sinnvolle Gliederung, Inhaltlichen Fortgang visualisieren, Zum Thema immer wieder zurückkehren, Gedankensprünge vermeiden, Foliensprünge vermeiden, Layout für den roten Faden", Ringschluss zwischen Anfang und Ende schaffen).
		  ° Erstellten der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).
		  ° Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.
		  ° Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.
		  ° Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)
		  ° Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.
		  ° Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.
		  ° Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.
		  ° Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht).

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken,

		• erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema, • vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik, • erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren, • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Die Gesamtmodulnote errechnet sich aus der Vortragsleistung. Im Zuge des Hauptseminars ist ein Thema auszuarbeiten und in einem 20 minütigem Vortrag zu präsentieren. Für das Bestehen des Moduls sind zusätzlich 5 Vorträge anzuhören. Die möglichen Themen werden auf StudOn bereitgestellt. Die Vortragsdauer beträgt 20 Minuten mit anschließender 10 minütiger Diskussion.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97248	**Prozess- und Temperaturmesstechnik** Process and temperature metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Prozess- und Temperaturmesstechnik (2 SWS) Übung: Prozess- und Temperaturmesstechnik - Übung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Temperaturmesstechnik: Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Neudefinition der SI Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren, Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente) Grundlagen der Temperaturmessung mit Berührungsthermometer Mechanische Berührungsthermometer Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler) • Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren • Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe • Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte • Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung • Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren

		• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung **<u>Content:</u>** • Temperature measurement: Measure "temperature (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) Basic classification of temperature measurement methods Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) Mechanical contact thermometers Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) Pyrometer Static and dynamic thermal sensors • Weighing technology: Mass and weight, prototypes, traceability of mass, new definition of the kg, influences on mass measurement, beam balances, spring scales, electromagnetic force compensation, comparators • Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances • Measurement of pressure: Measurand pressure, Classification of pressure measuring method, Pressure balances Liquid manometers and barometers, Resilient pressure gauges, Pressure transmitters, Diaphragm seals, Piezoelectric pressure gauge • Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement • Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods • Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik. • Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen

		• Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. • Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen. Anwenden • Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen. • Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten. • Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren • ° Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen |Grundlagen der Messtechnik| (GMT) wird empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 • Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7 • Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538 • Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 • DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete

		Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik* • [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0

1	**Modulbezeichnung** 23030	**Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement** Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • |Qualitätsbewertung (Übung)| • |Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung)|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • o Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen o Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen o Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen o die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren o die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen o Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln Evaluieren: die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (60 Minuten) Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011 • Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021 • Wagner, K. W.; Patzak, G.: Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2020 • Zink, K. J.: Mitarbeiterbeteiligung bei Verbesserungs- und Veränderungsprozessen, Carl Hanser Verlag, München 2007

1	**Modulbezeichnung** 95940	**Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung** Quality management I - Quality engineering in the product development process	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • |Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)| • |QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)| • |Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)| • |SPC (Einsendeaufgabe)|

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,
		Wissen:
		•
		  ° die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen
		  ° die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben
		  ° den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen
		  ° die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen
		  ° Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben
		  ° mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren
		  ° statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren
		  ° statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• ° DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994 Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2007

1	**Modulbezeichnung** 96930	**Rechnergestützte Messtechnik** Computer-aided metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Die Lehrveranstaltungen des Moduls werden nur im Sommersemester angeboten.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	*Grundlagen:* Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation *Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und Grundschaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Strom-Spannungs-Wandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) OPV mit differentiellen Ausgang analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperrfilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) Spannungs-Frequenz-Wandler Galvanische Trennung und optische Übertragung Modulatoren und Demodulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied *A/D- und D/A-Umsetzer:* Digitale und analoge Signale Digitalisierungskette A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) Digital-Analog-Umsetzungskette D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer) *Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundschaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO)

Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) Rechnerarten
Bussysteme: Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) Arbitrierung Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) ISO-OSI-Referenzmodell Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) Feldbussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse
USB Universal Serial Bus: Struktur des Busses Verbindung der Geräte, Transceiver, Geschwindigkeitserkennung, Signalkodierung Übertragungsarten (Control-Transfer, Bulk-Transfer, Isochrone-Transfer, Interrupt-Transfer, Datenübertragung mit Paketen) Frames und Mikroframes, Geschwindigkeiten, Geschwindigkeitsumsetzung mit Hub Deskriptoren und Software Layer Entwicklungstools Compliance Test USB 3.0
Digitale Filter: Analoge Filter Eigenschaften und Charakterisierung von digitalen Filtern Digitale Filter (Implementierung, Topologien, IIR-Filter und FIR-Filter) und Formen Messwert-Dezimierer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen Realisierung mit MATLAB Vor- und Nachteile digitaler Filter
Messdatenauswertung: Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung Korrelationsanalyse Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung Regressionsanalyse Kennlinienkorrektur Approximation, Interpolation, Extrapolation Arten der Kennlinienkorrektur Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode
Schaltungs- und Leiterplattenentwurf: Leiterplatten Leiterplattenmaterial Leiterplattenarten Durchkontaktierungen Leiterplattenentwurf und -entflechtung Software Leiterplattenherstellung
Contents
Basics: Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) Signal description, Fourier series and Fourier transformation Fourier analysis DFT and FFT (practical realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

		Processing and transmission of analogue signals: Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier *A/D and D/A converter:* Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter) *Digital signal processing:* Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types *Data bus systems:* Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses *USB Universal Serial Bus:* Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0 *Digital filters:* Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters *Data analysis:* Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration Correlation analysis

		Characteristic curve deviations and methods for their determination Regression analysis Characteristic curve correction Approximation, interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben. • Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen Verstehen • ° Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik Master of Science Informatik 2010
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html

		DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3 Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4 H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0. Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6. E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik. DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe. DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe. DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.