Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Informatik

(Prüfungsordnungsversion: 20092)

für das Sommersemester 2025

Inhaltsverzeichnis

Bachelorarbeit (B.Sc. Informatik 20092) (1999) ... 14
Mathematik für INF 1 (67630) ... 16
Mathematik für INF 2 (67640) ... 18
Mathematik für INF 3 (67650) ... 20
Mathematik für INF 4 (67660) ... 22
Algorithmik kontinuierlicher Systeme (93000) ... 24
Berechenbarkeit und Formale Sprachen (93010) ... 26
Implementierung von Datenbanksystemen (93020) ... 28
Parallele und Funktionale Programmierung (93040) ... 31
Algorithmen und Datenstrukturen (93050) ... 32
Grundlagen der Logik in der Informatik (93072) ... 36
Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (93080) ... 39
Sichere Systeme (93105) ... 42
Grundlagen der Technischen Informatik (93110) ... 44
Theorie der Programmierung (93121) ... 46
Konzeptionelle Modellierung (93130) ... 48
Rechnerkommunikation (93150) ... 50
Einführung in das Software Engineering (93097) ... 52
Systemprogrammierung (93180) ... 54
Nebenfach Orientalistik Option 1
  Arabisch I (75100) ... 60
Nebenfach Orientalistik Option 2
  Zweite orientalische Sprache I (Türkisch, Persisch, Hebräisch, Aramäisch o.a.) (75161) ... 63
  Zweite orientalische Sprache II (Türkisch, Persisch, Hebräisch, Aramäisch o.a.) (75162) ... 65
Nebenfach
  Nebenfach Physik (1818) ... 68
  Nebenfach Soziologie (1821) ... 70
  Nebenfach Astronomie ...
    Astronomie (66292) ... 72
  Nebenfach Betriebswirtschaftslehre ...
    Service Management und Service Engineering (82455) ... 74
    Marketing-Fallstudien (82491) ... 75
    BWL für Ingenieure (82570) ... 77
    Business Process Management (83467) ... 79
    Enterprise Content and Collaboration Management (86960) ... 81
    E-Business und E-Commerce (82397) ... 83
  Nebenfach Biologie ...
    Ökologie und Diversität B (62820) ... 85
    Allgemeine Biologie I (62921) ... 87
    Zoologie (62940) ... 89
    Mikrobiologische Übungen (62982) ... 91
    Allgemeine Biologie II: Übungen zur Morphologie und Anatomie der Pflanzen und Tiere (62924) ... 93
  Nebenfach Chemie ...
    Allgemeine und Anorganische Chemie (62060) ... 95
    Allgemeine Organische Chemie (62963) ... 97
  Nebenfach Chemie- und Bioingenieurwesen ...
  Nebenfach Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik ...

Nebenfach Englische Linguistik.....
Basismodul II Linguistics (77011)..... 99
Seminarmodul L-UF Linguistics (77230).....101
Nebenfach Geowissenschaften.....
Grundlagen der Geowissenschaften I (68800).....103
Rohstoffe und Nachhaltigkeit (64935).....105
Nebenfach Germanistische Linguistik.....
Grundlagen der germanistischen Linguistik (Ling BM-1) (77303).....107
Vertiefungsmodul Linguistik 1 (Ling VM-1) (77403).....109
Vertiefungsmodul Linguistik 2 (Ling VM-2) (77433).....111
Nebenfach Kunstpädagogik.....
Basis I – Kunstpraxis für BA Kunstpädagogik Nebenfach (73915).....113
Nebenfach Maschinenbau.....
Nebenfach Mathematik.....
Optimierung für Ingenieure (44050).....116
Optimierung für Ingenieure mit Praktikum (44060).....118
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071)..... 121
Numerik I für Ingenieure (64620).....123
Numerik II für Ingenieure (64631).....125
Einführung in die Darstellungstheorie (65070).....126
Topologie (65080).....128
Gewöhnliche Differentialgleichungen (65100).....129
Funktionalanalysis (65110).....131
Nichtlineare Optimierung (65150)..... 133
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161)..... 135
Robuste Optimierung 1 (65175).....137
Einführung in die Numerik (65210).....139
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231).....141
Mathematische Modellierung Theorie (65254).....143
Mathematische Modellierung Praxis (65255).....145
Algebra (65311).....147
Funktionentheorie I (65351).....149
Elementare Zahlentheorie (65580)..... 151
Geometrie (65621)..... 153
Discrete optimization I (65917)..... 154
Robust optimization II (65918).....155
Optimization in industry and economy (65923)..... 156
Discrete optimization II (65933)..... 158
Algebraische Kurven (65972).....160
Kryptographie I (65979)..... 161
Kryptographie II (65980)..... 163
Operations Research 2 (65991).....164
Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (407487).....165
Nebenfach Artificial Intelligence in Biomedical Engineering.....
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200)..... 166
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157).....168
Nebenfach Medizinische Informatik.....
Biometrie und Epidemiologie (22101).....170
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800).....172
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850).....174
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)..... 176
Einführung in die Medizinische Informatik (93300).....178

Nebenfach Philosophie.....
Einführung in die Philosophie (75290).....180
Basismodul Philosophie (75330).....181
Grundkurs Praktische Philosophie (75310).....183
Grundkurs Theoretische Philosophie (75320).....184
Basismodul Praktische Philosophie (75340).....186
Basismodul Theoretische Philosophie (75350).....188
Nebenfach Sinologie.....
Modernes Chinesisch 1 (76003).....190
Modernes Chinesisch 2 (76012).....191
Nebenfach Rechtswissenschaften.....
Nebenfach Nordische Philologie.....
Nebenfach Ökonomie.....
Betriebswirtschaftslehre II (74830).....193
Mikroökonomie (74840).....194
Betriebliches Rechnungswesen I (74860).....196
Sozialpolitik (74870).....197
Monetäre Ökonomik (75060).....198
Makroökonomie (82070).....199
International Business Ethics I (38051).....201
Strategisches Management (74790).....204
Betriebswirtschaftslehre I (74810).....205
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (74820).....206
Nebenfach Skandinavistik.....
Nordische Kulturgeschichte 1 (74720).....207
Nordische Erstsprache 1 (74642).....209
Nordische Erstsprache 2 (74645).....211
Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability.....
Introduction to Sustainability Management (87002).....213
Einführung in das Nachhaltigkeitsmanagement (86920).....215
Sustainability management: Issues, Concepts and tools (86981).....217
Grundzüge der Umweltökonomik (86780).....219
Seminar Corporate Reporting, Business Analytics, and Sustainability (85773).....221
Corporate Governance and Sustainability Reporting (85774).....223
Klima- und Ressourcenökonomik (86781).....225
European Climate Policy (85714).....227
Energy Security (85717).....228
Technology Assessment (85754).....230
Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (85764).....232
Political ecology (85778).....234
Transnational Business Governance for Sustainable Development (85724).....236
Ringvorlesung Nachhaltigkeit - (FA)U for Sustainability (69991).....238
Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit (85786).....240
Astronomie (66292).....72
Service Management und Service Engineering (82455).....74
Marketing-Fallstudien (82491).....75
BWL für Ingenieure (82570).....77
Business Process Management (83467).....79
Enterprise Content and Collaboration Management (86960).....81
E-Business und E-Commerce (82397).....83
Ökologie und Diversität B (62820).....85
Allgemeine Biologie I (62921).....87
Zoologie (62940).....89

Mikrobiologische Übungen (62982)....91
Allgemeine Biologie II: Übungen zur Morphologie und Anatomie der Pflanzen und Tiere (62924)....93
Allgemeine und Anorganische Chemie (62060)....95
Allgemeine Organische Chemie (62963)....97
Basismodul II Linguistics (77011)....99
Seminarmodul L-UF Linguistics (77230)....101
Grundlagen der Geowissenschaften I (68800)....103
Rohstoffe und Nachhaltigkeit (64935)....105
Grundlagen der germanistischen Linguistik (Ling BM-1) (77303)....107
Vertiefungsmodul Linguistik 1 (Ling VM-1) (77403)....109
Vertiefungsmodul Linguistik 2 (Ling VM-2) (77433)....111
Basis I – Kunstpraxis für BA Kunstpädagogik Nebenfach (73915)....113
Optimierung für Ingenieure (44050)....116
Optimierung für Ingenieure mit Praktikum (44060)....118
Introduction to Statistics and Statistical Programming (48071)....121
Numerik I für Ingenieure (64620)....123
Numerik II für Ingenieure (64631)....125
Einführung in die Darstellungstheorie (65070)....126
Topologie (65080)....128
Gewöhnliche Differentialgleichungen (65100)....129
Funktionalanalysis (65110)....131
Nichtlineare Optimierung (65150)....133
Lineare und Kombinatorische Optimierung (65161)....135
Robuste Optimierung 1 (65175)....137
Einführung in die Numerik (65210)....139
Diskretisierung und numerische Optimierung (65231)....141
Mathematische Modellierung Theorie (65254)....143
Mathematische Modellierung Praxis (65255)....145
Algebra (65311)....147
Funktionentheorie I (65351)....149
Elementare Zahlentheorie (65580)....151
Geometrie (65621)....153
Discrete optimization I (65917)....154
Robust optimization II (65918)....155
Optimization in industry and economy (65923)....156
Discrete optimization II (65933)....158
Algebraische Kurven (65972)....160
Kryptographie I (65979)....161
Kryptographie II (65980)....163
Operations Research 2 (65991)....164
Numerical Aspects of Linear and Integer Programming (407487)....165
Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie (44200)....166
Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (44157)....168
Biometrie und Epidemiologie (22101)....170
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800)....172
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850)....174
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)....176
Einführung in die Medizinische Informatik (93300)....178
Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen....
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850)....326
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)....328

Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 330
Schwerpunkt Physiologie.....
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800)..... 332
Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 334
Einführung in die Philosophie (75290)..... 180
Basismodul Philosophie (75330)..... 181
Grundkurs Praktische Philosophie (75310)..... 183
Grundkurs Theoretische Philosophie (75320)..... 184
Basismodul Praktische Philosophie (75340)..... 186
Basismodul Theoretische Philosophie (75350)..... 188
Modernes Chinesisch 1 (76003)..... 190
Modernes Chinesisch 2 (76012)..... 191
Betriebswirtschaftslehre II (74830)..... 193
Mikroökonomie (74840)..... 194
Betriebliches Rechnungswesen I (74860)..... 196
Sozialpolitik (74870)..... 197
Monetäre Ökonomik (75060)..... 198
Makroökonomie (82070)..... 199
International Business Ethics I (38051)..... 201
Strategisches Management (74790)..... 204
Betriebswirtschaftslehre I (74810)..... 205
Einführung in die Volkswirtschaftslehre (74820)..... 206
Nordische Kulturgeschichte 1 (74720)..... 207
Nordische Erstsprache 1 (74642)..... 209
Nordische Erstsprache 2 (74645)..... 211
Introduction to Sustainability Management (87002)..... 213
Einführung in das Nachhaltigkeitsmanagement (86920)..... 215
Sustainability management: Issues, Concepts and tools (86981)..... 217
Grundzüge der Umweltökonomik (86780)..... 219
Seminar Corporate Reporting, Business Analytics, and Sustainability (85773)..... 221
Corporate Governance and Sustainability Reporting (85774)..... 223
Klima- und Ressourcenökonomik (86781)..... 225
European Climate Policy (85714)..... 227
Energy Security (85717)..... 228
Technology Assessment (85754)..... 230
Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (85764)..... 232
Political ecology (85778)..... 234
Transnational Business Governance for Sustainable Development (85724)..... 236
Ringvorlesung Nachhaltigkeit - (FA)U for Sustainability (69991)..... 238
Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit (85786)..... 240
Grundlagen der Elektrotechnik I (92560)..... 242
Grundlagen der Elektrotechnik II (92570)..... 244
Werkstoffkunde für EEI (95610)..... 247
Fundamentals of electrical engineering (92776)..... 250
Mechatronic components and systems (MCS) (92347)..... 255
Dynamical Systems and Control (47603)..... 257
Einführung in die Regelungstechnik (97040)..... 259
Grundlagen der elektrischen Energieversorgung (92542)..... 261
Grundlagen der Elektrotechnik I (92560)..... 263
Grundlagen der Elektrotechnik II (92570)..... 265
Signale und Systeme I (92681)..... 268
Signale und Systeme II (92682)..... 270
Grundlagen der Nachrichtenübertragung (392436)..... 272

Schaltungstechnik (92660)..... 274
Entwurf integrierter Schaltungen I (96590)..... 276
Leistungselektronik (96630)..... 278
Grundlagen der Elektrotechnik I (92560)..... 281
Grundlagen der Elektrotechnik II (92570)..... 283
Technische Darstellungslehre 2 (94591)..... 286
Grundlagen der Produktentwicklung (94711)..... 290
Technische Produktgestaltung (97110)..... 296
Produktionstechnik I und II (94570)..... 301
Grundlagen der Robotik (94951)..... 304
Ringvorlesung Systemtechnik für Nebenfach Informatik (95310)..... 306
Produktionssystematik (97101)..... 307
Handhabungs- und Montagetechnik (97121)..... 308
Industrie 4.0 für Ingenieure (319238)..... 310
Dynamik starrer Körper (94500)..... 312
Statik und Festigkeitslehre (94660)..... 314
Grundlagen der Messtechnik (94510)..... 317
Wahlpflichtmodule Qualitätsmanagement und Messtechnik für Nebenfach Informatik.....
Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030)..... 950
Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940).... 952
Fertigungsmesstechnik II (96925)..... 954
Rechnergestützte Messtechnik (96930)..... 959
Fertigungsmesstechnik I (97247)..... 964
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248)..... 974
Hauptseminar Messtechnik (607629)..... 978
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850)..... 326
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)..... 328
Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 330
Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800)..... 332
Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 334
Handhabungs- und Montagetechnik (97121)..... 336
Integrated Production Systems (97123)..... 338
Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068)..... 340
Robotics Frameworks (92880)..... 342
International Supply Chain Management (94920)..... 344
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (94946)..... 346
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (94947)..... 348
Grundlagen der Robotik (94951)..... 350
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)..... 352
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (95270)..... 354
Automotive Engineering I (95340)..... 356
Produktionssystematik (97101)..... 358
Industrie 4.0 für Ingenieure (319238)..... 359
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (95350)..... 361
Psychologie als Nebenfach für Informatik
Einführungsmodul (78386)..... 364
Grundlagenmodul (78388)..... 365
Anwendungsmodul (78389)..... 367
Praktikum Informatik
Project Deep Learning in Multimedia Forensics (47635)..... 369
Mobile Application Development and Security (93203)..... 371
Praktikum Entwicklung digitaler Lernstationen (93205)..... 373

Applied Software Engineering Bachelor-Praktikum (93094)..... 374
Praktikum Lego Mindstorms (278855)..... 376
Secure Web Development (344655)..... 378
Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen (93111)..... 380
NWERC Praktikum (93129)..... 382
The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS) (93142)..... 386
Praktikum Mustererkennung (93155)..... 388
Softwareentwicklungspraktikum Lehramt (93162)..... 390
Praktikum Künstliche Intelligenz (BSc) (93187)..... 392
Hackerpraktikum Bachelor (93192)..... 393
Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme (93197)..... 395
Product Management (93198)..... 398
IoT Security (93199)..... 399
Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik (113845)..... 401
Supercomputing Praktikum (182798)..... 402
Grafik-Praktikum Game Programming (240715)..... 404
Praktikum Enterprise Computing (594684)..... 405
HPC Software Projekt (695344)..... 406
Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme (716025)..... 408
Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS) (917928)..... 411
Bachelor-Praktikum Datenmanagement (93075)..... 413
Die Enigma: Geschichte, Theorie und Rekonstruktion (93207)..... 415
Project Symbolic Natural Language Processing (93067)..... 417
Project Knowledge Representation for Mathematical Theories (93065)..... 418

Seminar

Konzepte von Betriebssystem-Komponenten (44590)..... 421
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008)..... 422
Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (304439)..... 424
Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene (319374)..... 426
IT-Sicherheits-Seminar (396551)..... 428
Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS) (404439)..... 429
Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.) (609624)..... 431
Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (635405)..... 433
Themen der Kategorientheorie (819238)..... 435
Systems- and Networks-on-a-Chip für INF (834345)..... 437
Seminar Theoretische Informatik (863761)..... 439
Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged (871263)..... 441
Blender Seminar (921878)..... 443
Neuartige Rechnerarchitekturen (941318)..... 445

Hauptseminar

Konzepte von Betriebssystem-Komponenten (44590)..... 448
Geschichte der Rechentechnik (47637)..... 449
Automaten über unendlichen Wörtern (93126)..... 451
Maschinelles Lernen: Einführung (93127)..... 453
The AMOS Project (PO Role, SEMI 5 ECTS) (93144)..... 456
Commercial Open Source Startups (OSS-COSS) (93184)..... 458
Seminar Applied Software Engineering (93186)..... 460
Research Data Skills (93188)..... 461
Advanced Competitive Programming (93655)..... 463
Seminar Energieinformatik (93656)..... 465
Iterative Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme (93096)..... 467
Cryptography in Secure Messaging: Understanding and Enhancing Signal (93204)... 469

Seminar Koalgebraische Logik (95790)..... 470
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008)..... 473
Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (304439)..... 475
Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene (319374)..... 477
IT-Sicherheits-Seminar (396551)..... 479
Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS) (404439)..... 480
Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.) (609624)..... 482
Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (635405)..... 484
Themen der Kategorientheorie (819238)..... 486
Systems- and Networks-on-a-Chip für INF (834345)..... 488
Seminar Theoretische Informatik (863761)..... 490
Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged (871263)..... 492
Blender Seminar (921878)..... 494
Neuartige Rechnerarchitekturen (941318)..... 496
Seminar SystemC (716001)..... 498
Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie (93079)..... 500
Cryptography and its Impact (93209)..... 502
Seminar AI and Digitalization in Healthcare (47626)..... 504
Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme
Knowledge Discovery in Databases mit Übung (43961)..... 507
Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (722831)..... 510
Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen) (557235)..... 513
Web-basierte Systeme (93087)..... 516
Datenbank Praxis (93002)..... 518
Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme (681735)..... 521
Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme (47576)..... 524
Vertiefungsrichtung Diskrete Simulation
Simulation und Modellierung I (97090)..... 528
Dienstgüte von Kommunikationssystemen (472330)..... 531
Simulation und Modellierung II (97400)..... 533
Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik
Satellitenkommunikation (43460)..... 535
Kommunikationsstrukturen (96801)..... 539
Satellitengestützte Ortsbestimmung (652213)..... 541
Modelling and Synthesis of Digital Systems (96112)..... 543
Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung
Physically-based Simulation in Computer Graphics (43385)..... 546
Scientific Visualization (43722)..... 548
Visual Computing in Medicine (44481)..... 550
Computational Visual Perception (93173)..... 554
Visualization (93175)..... 556
Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion (93176)... 558
Informationsvisualisierung (299892)..... 560
Geometric Modeling (796399)..... 563
Interactive Computer Graphics (43371)..... 566
Computer Graphics Deluxe (43374)..... 568
Global Illumination (43375)..... 571
Interactive Computer Graphics and Global Illumination (43377)..... 573
Computer Graphics (43822)..... 574
Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design
Reconfigurable Computing with extended exercises (43190)..... 578
Parallele Systeme (43510)..... 581

Cyber-Physical Systems (44470) ... 584
Swarm Intelligence (44500) ... 586
Ereignisgesteuerte Systeme (93540) ... 588
Security in Embedded Hardware (172338) ... 590
Cyber-Physical Systems (451696) ... 593
Cyber-Physical Systems (636348) ... 595
Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (740665) ... 597
Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (773774) ... 601
Reconfigurable Computing (43195) ... 604
Eingebettete Systeme (44410) ... 607
Hardware-Software-Co-Design (93048) ... 610
Hardware-Software-Co-Design (Lecture with extended exercise) (93047) ... 612
Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme
Kommunikationssysteme (43950) ... 616
Automotive Systems and Software Engineering (313638) ... 618
Dienstgüte von Kommunikationssystemen (472330) ... 620
Human Computer Interaction (645618) ... 622
Zukunft der Automobiltechnik (683319) ... 625
Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung) (716033) ... 626
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (858896) ... 629
Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz
Wissensrepräsentation und -verarbeitung (93134) ... 632
Künstliche Intelligenz II (532733) ... 634
Beschreibungslogik und formale Ontologien (806144) ... 636
Künstliche Intelligenz I (894856) ... 638
Logic-based Natural Language Semantics (93066) ... 640
Knowledge Representation for Mathematical Theories (93064) ... 642
Vertiefungsrichtung Medieninformatik
Music Processing Analysis - Lecture and Exercise (639119) ... 645
Human Computer Interaction (645618) ... 648
Vertiefungsrichtung Mustererkennung
Pattern Recognition (44130) ... 652
Speech and Language Processing (44455) ... 655
Introduction to Machine Learning (65718) ... 657
Mainframe Programmierung II (93182) ... 660
Mainframe@Home (93183) ... 662
Deep Learning for Beginners (93330) ... 664
Introduction to Network Science (93340) ... 666
Mainframe Programmierung (505241) ... 668
Music Processing Analysis - Lecture and Exercise (639119) ... 670
Human Computer Interaction (645618) ... 673
Computer vision (713618) ... 676
Vertiefungsrichtung Programmiersysteme
Grundlagen des Übersetzerbaus (44240) ... 679
Mainframe Programmierung II (93182) ... 687
Testen von Softwaresystemen (189989) ... 689
Mainframe Programmierung (505241) ... 691
Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (510375) ... 693
Optimierung in Übersetzern (44231) ... 695
Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur
Architekturen von Superrechnern (44460) ... 699
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen) (202041) ... 701

CPU Entwurf mit VHDL (CPU) (211243)..... 703
Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung) (333815)..... 705
CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt VHDL) (436348)..... 707
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung) (462793)..... 709
Einführung digitaler ASIC Entwurf (Vorlesung mit Übung) (604646)..... 711
Rechnerarchitektur (798810)..... 712
Vertiefungsrichtung Software Engineering
Praktische Softwaretechnik (57025)..... 715
Datenbank Praxis (93002)..... 717
The AMOS Project (SD Role, VUE 10 ECTS) (93143)..... 720
The AMOS Project (PO Role, VUE 5 ECTS) (93145)..... 722
Mainframe@Home (93183)..... 724
Commercial Open Source Startups (OSS-COSS) (93184)..... 726
Product Management (93198)..... 728
Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008)..... 729
Testen von Softwaresystemen (189989)..... 731
Software Projektmanagement (312443)..... 733
Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS) (480491)..... 735
Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (510375)..... 737
Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS) (580491)..... 739
Methods of Advanced Data Engineering (VUE 5-ECTS) (93641)..... 741
Vertiefungsrichtung Systemsimulation
Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1 (43370)..... 744
Programmiertechniken für Supercomputer (43740)..... 746
Programming Techniques for Supercomputers (Lecture and Tutorial) (278169)..... 748
Advanced Programming Techniques (465562)..... 750
Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik
Swarm Intelligence (44500)..... 753
Advanced Mechanized Reasoning in Coq (93169)..... 755
Randomisierte Algorithmen (164985)..... 757
Kommunikation und Parallele Prozesse (173107)..... 759
Approximationsalgorithmen (247639)..... 761
Praktische Semantik von Programmiersprachen (599478)..... 763
Beschreibungslogik und formale Ontologien (806144)..... 765
Effiziente kombinatorische Algorithmen (843472)..... 767
Monad-Based Programming (845618)..... 769
Algebra des Programmierens (861501)..... 772
Modallogik (984981)..... 774
Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie (93079)..... 776
Ereignisgesteuerte Systeme (93540)..... 778
Komplexitätstheorie (93077)..... 780
Formale Verifikation (93076)..... 781
Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Web-basierte Systeme (93087)..... 784
Betriebssysteme (Vorlesung mit Übungen) (150033)..... 786
Echtzeitsysteme mit erweiterten Übungen (179490)..... 789
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen) (202041)..... 794
Automotive Systems and Software Engineering (313638)..... 796
Betriebssysteme und Echtzeitsysteme (Vorlesungen mit Übungen) (341400)..... 798
Betriebssystemtechnik (V+EÜ) (350752)..... 799
Betriebssystemtechnik (Vorlesung mit Übungen) (406841)..... 802
Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung) (462793)..... 805

Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit Übungen) (557235)..... 807
Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen) (649073)..... 810
Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen) (707303)..... 813
Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (722831)..... 818
Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (743260)..... 821
Betriebssysteme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (820947)..... 824
Verlässliche Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen) (876012)..... 827
Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme (939179)..... 830
Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit
Software Exploitation (93098)..... 834
Security in Embedded Hardware (172338)..... 835
Angewandte IT-Sicherheit (326311)..... 838
Security and Privacy in Pervasive Computing (327615)..... 840
Human Factors in Security and Privacy (658644)..... 842
Forensische Informatik (792501)..... 845
Digitale Fahrzeugforensik (93215)..... 847
Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung
Praktikum Informatik in der Bildung (PIB) (93149)..... 849
Didaktik der Informatik 1 (93211)..... 850
Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik
Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (22850)..... 854
Informationssysteme im Gesundheitswesen (22910)..... 856
Einführung in die Medizinische Informatik (93300)..... 858
Vertiefungsrichtung Kryptographie
Einführung in die moderne Kryptographie (93015)..... 861
Introduction to Privacy (93680)..... 863
Cryptographic Communication Protocols (93206)..... 864
Einführung in die moderne Kryptographie (93014)..... 866
Vertiefungsrichtung Visual Computing
Physically-based Simulation in Computer Graphics (43385)..... 869
Scientific Visualization (43722)..... 871
Visual Computing in Medicine (44481)..... 873
Computational Visual Perception (93173)..... 877
Visualization (93175)..... 879
Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion (93176)... 881
Informationsvisualisierung (299892)..... 883
Geometric Modeling (796399)..... 886
Neural Graphics and Inverse Rendering (93086)..... 889
Interactive Computer Graphics (43371)..... 891
Computer Graphics Deluxe (43374)..... 893
Global Illumination (43375)..... 896
Interactive Computer Graphics and Global Illumination (43377)..... 898
Computer Graphics (43822)..... 899
Computer vision (713618)..... 902
Nebenfach Japanologie für Informatikstudierende
Japanisch 1 (73402)..... 905
Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende
Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft (72203)..... 908
Basismodul Einführung in die Französische Sprachwissenschaft (72204)..... 910
Basismodul Französische Sprachpraxis 1 (72212)..... 912
Basismodul Französische Sprachpraxis 1 (72213)..... 914
Basismodul Französische Sprachpraxis 2 (72223)..... 916
Basismodul Französische Sprachpraxis 2 (72224)..... 917

Nebenfach Iberoromanistik für Informatikstudierende
Spanische Sprachpraxis 1 (72372)....920
Basismodul Spanische Sprachwissenschaft (72633)....922
Basismodul Spanische Literaturwissenschaft (72634)....924
Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende
Basismodul Italienische Sprachpraxis 1 (72292)....927
Basismodul Italienische Sprachwissenschaft (72623)....929
Basismodul Italienische Literaturwissenschaft (72624)....931
Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende
Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte I (75612)....934
Basismodul Politische Theorie und Ideengeschichte II (75614)....936
Basismodul Politische Systeme I (75623)....938
Basismodul Politische Systeme II (75624)....940
Basismodul Internationale Beziehungen I (75632)....942
Basismodul Internationale Beziehungen II (75634)....944
Basismodul Außereuropäische Regionen I (75642)....946
Basismodul Außereuropäische Regionen II (75644)....948
Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030)....950
Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940)....952
Fertigungsmesstechnik II (96925)....954
Rechnergestützte Messtechnik (96930)....959
Fertigungsmesstechnik I (97247)....964
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248)....974
Hauptseminar Messtechnik (607629)....978

1	**Modulbezeichnung** 1999	**Bachelorarbeit (B.Sc. Informatik 20092)** Bachelor's thesis	**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**	PD Dr. habil. Zinaida Benenson Prof. Dr. Marc-Pascal Berges Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Prof. Dr. Reinhard German Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Prof. Dr. Michael Kohlhase Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Prof. Dr. Michael Philippsen Prof. Dr. Dirk Riehle Christian Riess Prof. Dr. Ulrich Rüde Prof. Dr. Dominique Schröder Prof. Dr. Lutz Schröder Prof. Dr. Marc Stamminger Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Prof. Dr. Gerhard Wellein Prof. Dr. Tim Weyrich
5	**Inhalt**	Die Bachelorarbeit soll ein wissenschaftliches Thema aus der Informatik behandeln und muss unter der Betreuung einer am Department Informatik hauptamtlich beschäftigten Lehrperson angefertigt werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in ihrem Fachgebiet an um eigenständig ein Projekt zu bearbeiten • bearbeiten selbständig eine begrenzte Fragestellung der Informatik • setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen auseinander und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein • wenden wissenschaftliche Forschungsmethodik an, um z.B. relevante Informationen im eigenen Fach zu sammeln, (empirische) Daten, Informationen und Texte zu interpretieren und zu bewerten • können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • überwachen und steuern ihren eigenen Fortschritt

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, mit der Bachelorarbeit frühestens zu Beginn des fünften Semesters zu beginnen. Für die Zulassungsvoraussetzungen zur Bachelorarbeit gilt § 27 Abs. 3 Satz 2 ABMPO/TechFak.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (5 Monate) Referat (45 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (80%) Referat (20%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 420 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	Die Literatur wird projektspezifisch in Absprache mit dem Betreuer festgelegt.

1	**Modulbezeichnung** 67630	**Mathematik für INF 1** Mathematics for INF 1	**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**	apl. Prof. Dr. Martin Gugat
5	**Inhalt**	*Grundlagen* Aussagenlogik, Mengen, Relationen, Abbildungen *Zahlensysteme* natürliche, ganze, rationale und reelle Zahlen, komplexe Zahlen *Vektorräume* Grundlagen, Lineare Abhängigkeit, Spann, Basis, Dimension, euklidische Vektor- und Untervektorräume, affine Räume *Matrizen, Lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme* Matrixalgebra, Lösungsstruktur linearer Gleichungssysteme, Gauß-Algorithmus, inverse Matrizen, Matrixtypen, lineare Abbildungen, Determinanten, Kern und Bild, Eigenwerte und Eigenvektoren, Basis, Ausgleichsrechnung *Grundlagen Analysis einer Veränderlichen* Grenzwert, Stetigkeit, elementare Funktionen, Umkehrfunktionen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären grundlegende Begriffe und Strukturen der Mathematik • erklären den Aufbau von Zahlensystemen im Allgemeinen und der Obengenannten im Speziellen • rechnen mit komplexen Zahlen in Normal- und Polardarstellung und Wechseln zwischen diesen Darstellungen • berechnen lineare Abhängigkeiten, Unterräume, Basen, Skalarprodukte, Determinanten • vergleichen Lösungsmethoden zu linearen Gleichungssystemen • bestimmen Lösungen zu Eigenwertproblemen • überprüfen Eigenschaften linearer Abbildungen und Matrizen • überprüfen die Konvergenz von Zahlenfolgen • ermitteln Grenzwerte und überprüfen Stetigkeit • entwickeln Beweise anhand grundlegender Beweismethoden aus den genannten Themenbereichen • kennen eine regelmäßige selbstständige Nachbereitung und Anwendung des Vorlesungsstoffes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (90 Minuten) Für die Übungsleistung müssen 50% der Punkte aus 13 Abgaben erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skripte des Dozenten W. Merz, P. Knabner, Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013 Fried, Mathematik für Ingenieure I für Dummies I, Wiley A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt, Mathematik für Ingenieure 1, Pearson v. Finckenstein et.al: Arbeitsbuch Mathematik fuer Ingenieure: Band I Analysis und Lineare Algebra. Teubner-Verlag 2006, ISBN 9783835100343 Meyberg, K., Vachenauer, P.: Höhere Mathematik 1. 6. Auflage, Sprinbger-Verlag, Berlin, 2001

1	**Modulbezeichnung** 67640	**Mathematik für INF 2** Mathematics for INF 2	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematik für Ingenieure C2: INF, ILS (4 SWS) Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure C2: INF, ILS (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Hannes Meinlschmidt	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Martin Gugat
5	**Inhalt**	*Differentialrechnung einer Veränderlichen:* Ableitung mit Rechenregeln, Mittelwertsätze, LHospital, Taylor-Formel, Kurvendiskussion *Integralrechnung einer Veränderlichen:* Riemann-Integral, Hauptsatz der Infinitesimalrechnung, Mittelwertsätze, Partialbruchzerlegung, uneigentliche Integration *Folgen und Reihen:* reelle und komplexe Zahlenfolgen, Konvergenzbegriff und -sätze, Folgen und Reihen von Funktionen, gleichmäßige Konvergenz, Potenzreihen, iterative Lösung nichtlinearer Gleichungen *Grundlagen Analysis mehrerer Veränderlicher:* Grenzwert, Stetigkeit, Differentiation, partielle Ableitungen, totale Ableitung, allgemeine Taylor-Formel
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren Funktionen einer reellen Veränderlichen mit Hilfe der Differentialrechnung • berechnen Integrale von Funktionen mit einer reellen Veränderlichen • stellen technisch-naturwissenschaftliche Problemstellungen mit mathematischen Modellen dar und lösen diese • erklären den Konvergenzbegriff bei Folgen und Reihen • berechnen Grenzwerte und rechnen mit diesen • analysieren und klassifizieren Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher an Hand grundlegender Eigenschaften • wenden grundlegende Beweistechniken in o.g. Bereichen an • erkennen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (90 Minuten) Für die Übungsleistung müssen 50% der Punkte aus 12 Abgaben erreicht werden.

11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 84 h Eigenstudium: 141 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skripte des Dozenten G. Baron und P. Kirschenhofer: Einführung in die Mathematik für Informatiker 1 und 2, Springer, 1989 und 1990 K.-H. Kiyek und F. Schwarz: Mathematik für Informatiker 1 und 2, Teubner, 1989 und 1990 K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et. al., Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I, Teubner M. Fried: Mathematik für Ingenieure I für Dummies. Wiley M. Fried: Mathematik für Ingenieure II für Dummies. Wiley W. Merz, P. Knabner: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013

1	**Modulbezeichnung** 67650	**Mathematik für INF 3** Mathematics for INF 3	**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**	apl. Prof. Dr. Martin Gugat
5	**Inhalt**	*Anwendung der Differentialrechnung im R^n^ * Extremwertaufgaben, Extremwertaufgaben mit Nebenbedingungen, Lagrange-Multiplikatoren, Theorem über implizite Funktionen, Anwendungsbeispiele *Optimierung und Algebraische Strukturen* Mathematische Grundlagen der linearen Optimierung und geometrische Interpretation, Simplex, Konvexität, Dualität Binäre Operationen, Monoide, Halbgruppen, Gruppen, Homomorphismen, Ringe, Körper, Vektorräume über endlichen Körpern, Einführung in Kryptographie und Kanalcodierung *Gewöhnliche Differentialgleichungen* Explizite Lösungsmethoden, Existenz- und Eindeutungssätze, Lineare Differentialgleichungen, Systeme von Differentialgleichungen, Eigen- und Hauptwertaufgaben, Fundamentalsysteme, Stabilität
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • klassifizieren verschiedene Extremwertaufgaben anhand der Nebenbedingungen und kennen die grundlegende Existenzaussagen • erschließen den Unterschied zur eindimensionalen Kurvendiskussion, • wenden die verschiedene Extremwertaufgaben bei Funktionen mehrerer Veränderlicher mit und ohne Nebenbedingungen, • beherrschen die grundlegenden Begriffe der Algebra, • klassifizieren gewöhnliche Differentialgleichungen nach Typen, • wenden elementare Lösungsmethoden auf Anfangswertprobleme bei gewöhnlichen Differentialgleichungen an, • wenden allgemeine Existenz- und Eindeutigkeitsresultate an, • erschließen den Zusammenhang zwischen Analysis und linearer Algebra, • wenden die erlernten mathematischen Methoden auf die Ingenieurswissenschaften an, • beachten die Vorzüge einer regelmaessigen selbstaendigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (90 Minuten) Für die Übungsleistung müssen 50% der Punkte aus 13 Abgaben erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skripte des Dozenten M. Fried, Mathematik für Ingenieure II für Dummies, Wiley A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt: |Mathematik für Ingenieure 1,2| Pearson K. Finck von Finckenstein, J. Lehn et. al.: |Arbeitsbuch für Ingenieure, Band I und II|, Teubner H. Heuser: |Gewöhnliche Differentialgleichungen| Teubner

1	**Modulbezeichnung** 67660	**Mathematik für INF 4** Mathematics for INF 4	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematik für Ingenieure C4: INF (4 SWS) Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure C4: INF (2 SWS) Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure C4: INF (Mi 8:30-10:00) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Serge Kräutle	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Martin Gugat
5	**Inhalt**	*Allgemeine und Diskrete Wahrscheinlichkeitsrechnung:* • Rechenregeln für Wahrscheinlichkeiten • Bedingte Wahrscheinlichkeiten, stochastische Unabhängigkeit, Produktexperimente • Charakterisierung diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilungen durch Wahrscheinlichkeitsfunktion, erzeugende Funktion, Momente • Eigenschaften und Anwendungsgebiete der wichtigsten diskreten Verteilungen • Markoffketten *Kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsrechnung:* • Charakterisierung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen auf dem R^n^ durch Verteilungsfunktionen und Dichten • Verteilung, Erwartungswert und Varianz von Zufallsvariablen • Funktionen von Zufallsvariablen • Mehrdimensionale Normalverteilung • Grenzwertsätze *Statistische Datenanalyse:* • StatistischeAnalysemethoden: Parameterschätzung, Konfidenzbereiche, Signifikanztests • Lineare statistische Modelle: Regression und Varianzanalyse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • untersuchen die grundlegende Begriffe und Methoden der diskreten und kontinuierlichen Wahrscheinlichkeitsrechnung, • berechnen charakteristische Größen (Erwartungswerte, Momente, erz. Funktion) • erstellen stochastische Modelle in typischen Anwendungssituationen, • kennen Eigenschaften von diskreten und kontinuierlichen Verteilungen und nutzen diese bei der Lösung von Problemstellungen, • beherrschen und verwenden Rechenverfahren für stochastische Fragestellungen, • untersuchen die Eigenschaften von Schätzern, • wenden Verfahren der beschreibenden und mathematischen Statistik, insbesondere Schätzer und Signifikanztests • analysieren Modelle, die auf homogenen Markoffketten basieren

		• schätzen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten) Übungsleistung Für die Übungsleistung müssen 50% der Punkte aus 12 Abgaben erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 84 h Eigenstudium: 141 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skripte des Dozenten • Gerhard Hübner, Stochastik, Vieweg + Teubner, 2009 • Ulrich Krengel, Einführung in die Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik, Vieweg Verlag • John A. Rice, Mathematical Statistics and Data Analysis, Duxburry Press

1	**Modulbezeichnung** 93000	**Algorithmik kontinuierlicher Systeme** Algorithms for continuous systems	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tafelübung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme (2 SWS) Vorlesung: Algorithmik kontinuierlicher Systeme (4 SWS) Übung: Rechnerübung zu Algorithmik kontinuierlicher Systeme (0 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dominik Thönnes Frederik Hennig Prof. Dr. Harald Köstler Prof. Dr. Ulrich Rüde	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Ulrich Rüde
5	**Inhalt**	• Grundlagen kont. Datenstrukturen (Gleitpunktzahlen, Rundungsfehleranalyse und Kondition, Diskretisierung und Quantisierung, Abtasttheorem, FFT) • Algorithmische Lineare Algebra (direkte und iterative Verfahren für lin. Gleichungssysteme, Ausgleichsprobleme) • Datenstrukturen für geometrische Objekte, Interpolation, Approximation, Grundlagen geometrischer Modellierung, Volumen- und Flächenberechnung. • Kontinuierliche und diskrete Optimierung, nichtlineare Probleme. • Grundlagen der Simulation: Algorithmen zur Lösung von Differentialgleichungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Datenstrukturen und Algorithmen zur Behandlung kontinuierlicher Probleme. Die erworbenen Kompetenzen sind sowohl theoretisch-analytischer Art (Analyse von Komplexität, Konvergenz, Fehlerentwicklung) als auch von praktischer Natur (Implementierung der Algorithmen in einer objekt-orientierten Programmiersprache). Die Studierenden planen und bearbeiten kleine Programmierprojekte so, dass sie zeitgerecht fertig gestellt werden. Sie erwerben damit insbesondere die Grundlagen, die für ein vertieftes Studium in den Bereichen Systemsimulation, Mustererkennung, Graphischer Datenverarbeitung unabdingbar sind. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden • geben die Definition von Gleitpunktzahlen wieder • reproduzieren Formeln zur Berechnung von Flächen und Volumina Verstehen Die Studierenden • erklären die Kondition von Problemen • veranschaulichen Methoden der Freiformflächenmodellierung • erläutern das Abtasttheorem und die Fouriertransformation

		Anwenden Die Studierenden • implementieren Algorithmen zur Lösung von linearen Gleichungssystemen • lösen Interpolations- und Approximationsaufgaben • berechnen iterativ Lösungen von nichtlinearen Gleichungen Analysieren Die Studierenden • klassifizieren Optimierungsprobleme • erforschen lineare Ausgleichsprobleme Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden • ◦ lösen Aufgaben der Algorithmen kontinuierlicher Probleme in Gruppenarbeit
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung in den Übungen müssen 5 Theorieaufgaben und 5 Programmieraufgaben bearbeitet werden. Es müssen jeweils 50% der möglichen Punkte erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 93010	**Berechenbarkeit und Formale Sprachen** Theory of computation and formal languages	**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. Rolf Wanka
5	**Inhalt**	• Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme • NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem • Endliche Automaten • Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie • Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen • Kellerautomaten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können, und wenden diese Kenntnisse an; • lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an; • erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik und wenden diese an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Zum Erreichen der Übungsleistung müssen die wöchentlichen bepunkteten Übungsaufgaben bearbeitet und abgegeben werden. Zum Ende der Vorlesungszeit müssen mindestens 50% der Punkte erreicht sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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**	• I. Wegener. Theoretische Informatik. • J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation. • U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst.

1	**Modulbezeichnung** 93020	**Implementierung von Datenbanksystemen** Implementation of database 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**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Die Vorlesung führt ein in den Aufbau und die Architektur von Datenbanksystemen, die Modularisierung und Schichtenbildung mit Abstraktionen verwenden. Schwerpunkt sind deshalb systemtechnische Aspekte von Datenbanksystemen. Die Übungen vertiefen verschiedene Aspekte an Beispielrechnungen und erweitern gelegentlich auch noch den Stoff um einige Facetten (z.b. Mehrattribut-Zugriffspfade). Ausgangspunkt einer Reihe von aufeinander aufbauenden Abstraktionen ist die Speicherung von Daten auf Hintergrundspeichern. Die erste Abstraktion ist die Datei. Dann werden Sätze eingeführt und auf verschiedene Weisen in Blöcken organisiert (sequenziell, mit Direktzugriff, indexsequentiell). Das schließt die Organisation eines Blockpuffers und Zugriffspfade (Indexstrukturen) unterschiedlichen Typs ein. Als zweite große Abstraktion werden Datenmodelle eingeführt und hier insbesondere das relationale. Das ist bereits aus dem Modul "Konzeptionelle Modellierung" bekannt, wird hier aber aus einer ganz anderen Perspektive heraus entwickelt. Der zweite Teil befasst sich mit der Realisierung der Leistungen eines Datenbanksystems unter Verwendung der vorher eingeführten Sätze und Zugriffspfade ("top-down"). Das umfasst die Anfrageverarbeitung und -optimierung, aber auch die Mechanismen zur Protokollierung von Aktionen und zur Wiederherstellung von Datenbankzuständen nach einem Fehler oder Ausfall. Ein laufend vervollständigtes Schichtenmodell fasst abschließend die Aufgaben in einer Architektur für Datenbank-Verwaltungssysteme zusammen. Ziel des Moduls ist es also, ein grundlegendes Verständnis für den Aufbau und die Funktionsweise eines Datenbanksystems zu vermitteln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen das Schichtenmodell eines Datenbankverwaltungssystems; • verstehen das Prinzip der Datenunabhängigkeit (Datenabstraktion); • beherrschen das Aufbauprinzip einer Software-Schicht; • unterscheiden die Begriffe "Datenbank", "Datenbanksystem" und "Datenbankverwaltungssystem"; • unterscheiden die Begriffe "Datenmodell" und "Schema"; • zeigen das Konzept der blockorientierten Datei mit ihren Zugriffsoperationen auf; • unterscheiden einen Satz von einem Block; • erklären das Konzept der sequentiellen Satzdatei;

		• schildern das Prinzip der Wechselpuffertechnik; • charakterisieren den Schlüsselzugriff auf Sätze; • stellen Gestreute Speicherung (Hashing) auf der Basis von Blöcken (Buckets) dar; • formulieren die Funktionsweise des Virtuellen Hashings; • fassen die Funktionsweise eines B-Baums zusammen; • unterscheiden die Dienste eines B-Baums von denen des Hashings; • können für eine Folge von Schlüsselwerten einen B-Baum aufbauen; • unterscheiden einen B-Baum von einem B-Stern-Baum (B+-Baum); • veranschaulichen einen Bitmap-Index; • unterscheiden die Primär- und Sekundärorganisation von Sätzen; • zählen Ersetzungsstrategien der Pufferverwaltung auf und vergleichen sie; • benennen die Dienste einer Pufferverwaltung; • erklären die Konzepte "Seite" und "Segment" im Gegensatz zu "Block" und "Datei"; • unterscheiden direkte und indirekte Seitenzuordnung; • interpretieren in Programmiersprachen eingebettete Anfragesprachen und Datenbank-Unterprogrammaufrufe; • charakterisieren Datenbank-Transaktionen; • kennen die Aufrufe zur Definition von Transaktionen; • erläutern die spaltenweise Abspeicherung von Relationen; • diskutieren die algebraische Optimierung von Anfragen; • stellen Planoperatoren eines Datenbanksystems dar; • unterscheiden Planoperatoren für den Verbund; • beschreiben Kostenformeln für die Abschätzung von Anfrageausführungen; • schildern die verschiedenen Anomalien im Mehrbenutzerbetrieb; • beschreiben die Serialisierbarkeit von Transaktionen; • erläutern das Konzept der Sperren in Datenbanksystemen; • unterscheiden physische und logische Konsistenz; • kennen die vier Recovery-Klassen; • erläutern die verschiedenen Arten von Sicherungspunkten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur 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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	KEMPER, Alfons ; EICKLER, André: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 9., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2013. ISBN 978-3-486-72139-3. Kapitel 7 bis 11 KEMPER, Alfons ; WIMMER, Martin: Übungsbuch Datenbanksysteme. 2., aktual. u. erweit. Aufl. München : Oldenbourg, 2009. ISBN 978-3-486-59001-2. Kapitel 7 bis 11 HEUER, Andreas ; SAAKE, Gunter: Datenbanken : Konzepte und Sprachen. 3., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2007. - ISBN 3-8266-1664-2 HÄRDER, Theo ; RAHM, Erhard: Datenbanksysteme : Konzepte und Techniken der Implementierung. Berlin : Springer, 1999 - ISBN 3-540-65040-7 SAAKE, Gunter ; HEUER, Andreas: Datenbanken : Implementierungstechniken. 2., aktual. u. erw. Aufl. Bonn : mitp, 2005. ISBN 3-8266-1438-0

1	**Modulbezeichnung** 93040	**Parallele und Funktionale Programmierung** Parallel and functional programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Intensivübungen zu Parallele und Funktionale Programmierung (2 SWS)	0 ECTS
3	Lehrende	David Schwarzbeck Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Norbert Oster Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	• Grundlagen der funktionale Programmierung • Grundlagen der parallelen Programmierung • Datenstrukturen • Objektorientierung • Scala-Kenntnisse • Erweiterte JAVA-Kenntnisse • Aufwandsabschätzungen • Grundlegende Algorithmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen der funktionalen Programmierung anhand der Programmiersprache Scala • verstehen paralleles Programmieren mit Java • kennen fundamentale Datenstrukturen und Algorithmen • können funktionale und parallele Algorithmen entwickeln und analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93050	**Algorithmen und Datenstrukturen** Algorithms and data structures	**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. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Programmierung • Datenstrukturen • Objektorientierung • JAVA-Grundkenntnisse • Aufwandsabschätzungen • Grundlegende Algorithmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	A - Fachkompetenz: Die Studierenden... 1.) Grundlagen der Programmierung in Java • interpretieren Syntaxdiagramme für grundlegende Programmstrukturen und übertragen diese in entsprechenden Java-Code • deklarieren und verwenden Variablen mit adäquatem Java-Datentyp (primitive Typen, Reihungen, Zeichenketten) • überprüfen die Zulässigkeit der Variablendeklaration und -Wertzuweisung nach Java-Typ-Regeln • bestimmen den Datentyp und den Wert eines Java-Ausdrucks mit primitivem Datentyp und zugehörigen Operatoren • überführen einfache mathematische Ausdrücke in Java-Code • werten zusammengesetzte Bedingungen nach den Regeln der strikten bzw. faulen Auswertung für Java aus • konzipieren zu einer gegebenen Aufgabenstellung einen Algorithmus • implementieren einfache Algorithmen in Java unter Verwendung verschiedener Kontrollstrukturen • bestimmen die Gültigkeitsbereiche der Variablen anhand der Blockstruktur eines Java-Programms • strukturieren Java-Code in Methoden und entwickeln wiederverwendbare Funktionen 2.) Rekursion • beurteilen den Typ der Rekursion für gegebene Java-Methoden • entwerfen rekursive Algorithmen zu einer gegebenen Problemstellung unter Anwendung des Induktionsprinzips, des Teile-und-Herrsche-Prinzips sowie des Rücksetzverfahrens und implementieren diese jeweils in Java • entwickeln effizientere Lösungen, indem sie rekursive Methoden in endrekursive bzw. iterative Methoden

umwandeln, implementieren diese jeweils in Java-Code und bewerten deren Laufzeit- und Speicherverbrauch
- bewerten und verbessern rekursive Lösungen unter Verwendung von Dynamischer Programmierung und implementieren diese in Java-Code

3.) Aufwandsanalyse
- analysieren den Laufzeitaufwand und den Speicherbedarf verschiedener Implementierungen
- klassifizieren den asymptotischen Laufzeitaufwand anhand der Komplexitätsklassen des O-Kalküls
- unterscheiden verschiedene Sortierverfahren (Blasensortierung, Sortieren durch Auswählen/Einfügen, Haldensortierung, Sortieren durch Verschmelzen/ Zerlegen/Fachverteilen) hinsichtlich ihres Laufzeit- und Speicherplatzbedarfs

4.) Objekt-Orientierte Programmierung in Java
- implementieren Java-Klassen gemäß textueller oder graphischer (UML) Spezifikation
- wenden Verfahren zur systematischen Ableitung von Klassen und Attributen (Hauptwortextraktion), ihren statischen Beziehungen (Vererbung, Polymorphie, Assoziationen) und ihrem dynamischen Zusammenspiel (CRC, Kollaboration) aus einer textuellen Problemstellung an und entwickeln so kleine objekt-orientierte Java-Programme
- instantiieren Klassen und verwenden Objektvariablen sachgerecht
- unterscheiden statische und dynamische Bindung gemäß Polymorphie-Konzept von Java und wenden die Erkenntnisse sachgerecht bei der Entwicklung eigener Applikationen an

5.) Robustes Programmieren
- wenden Checklisten an, um typische Programmierfehler im Vorfeld zu vermeiden oder nach der Programmierung zu identifizieren
- benutzen verschieden Möglichkeiten zur Absicherung gegen Fehlersituationen und zur Fehlerrückmeldung (Rückgabewert, Ausnahmebehandlung)
- wenden Junit zum Testen von Java-Programmen an
- setzen Verfahren und Werkzeuge zur systematischen Lokalisierung und Behebung von Programmfehlern an (Debugging) und verbessern ihre Lösungen auf diese Weise iterativ

6.) Elementare Datentypen
- übertragen eine Spezifikation in Form eines Abstrakten Datentyps (ADT) in ein gleichwertiges Java-Modul
- erstellen eine formale Spezifikation eines Datentyps in Form eines Abstrakten Datentyps (ADT) aus einer gegebenen textuellen Beschreibung
- verstehen die grundlegende Behälterdatentypen (Liste, Stapel, Schlange, Streutabelle) und deren Eigenschaften

		(insbesondere Laufzeit- und Speicherplatzbedarf ihrer Operationen) • verwenden generische Behälterdatentypen sachgerecht in eigenen Programmen • kennen die Verfügbarkeit generischer Behälterdatentypen in der Java-API und erschließen sich bei Bedarf selbst neue Datentypen sowie deren Funktionen aus der zugehörigen API-Spezifikation für die Verwendung in eigenen Programmen 7.) Bäume und Graphen • bewerten verschiedene Baum- und Graphdarstellungen hinsichtlich Zeitaufwand und Speicherbedarf • unterscheiden und klassifizieren die grundlegenden Baum-Arten (Suchbaum, AVL-Baum, Halde) • wenden die Grundoperationen (Einfügen, Suchen, Löschen, ggf. Restrukturieren) anhand von Beispieldaten auf gegebene Bäume artgerecht an • implementieren und verwenden verschiedene Baumstrukturen sachgerecht in eigenen Java-Programmen • führen verschiedene Durchlaufmöglichkeiten (Tiefensuche (DFS), Breitensuche (BFS)) für Graphen und Bäume auf Beispieldaten aus und setzen diese zielführend in eigenen Java-Programmen ein • wenden grundlegende Graphalgorithmen (Dijkstra, Floyd, Prim, Kruskal) auf Beispieldaten an und implementieren diese Verfahren in Java-Code <u>B - Selbst- und Sozialkompetenz:</u> Die Studierenden... • organisieren sich selbständig zu Gruppen und koordinieren in gegenseitiger Absprache den organisatorischen und technischen Ablauf der Gruppenarbeiten • kommunizieren und erarbeiten gemeinsam Lösungen für theoretische Fragestellungen und praktische Programmieraufgaben in Rahmen von Gruppenaufgaben • planen und wenden zielgerichtet Maßnahmen zu gegenseitigen Qualitätssicherung der eingereichten Lösungen an (prüfen wechselseitig die Gruppenabgaben) • verantworten gemeinsam das Ergebnis ihrer Gruppenarbeit, deren Bewertung für beide Gruppenpartner gleichermaßen gilt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Wichtiger Hinweis: Die Vorlesung fand letztmals im Wintersemester 2021/22 statt. Übungsbetrieb und Klausur werden vorerst noch in jedem Semester angeboten, allerdings endet das Angebot in naher Zukunft.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Lehrbuch: Saake, Sattler: Algorithmen und Datenstrukturen - Eine Einführung mit JAVA

1	**Modulbezeichnung** 93072	**Grundlagen der Logik in der Informatik** Foundations of logic in 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**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	Aussagenlogik: • Syntax und Semantik • Automatisches Schließen: Resolution • Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit Prädikatenlogik erster Stufe: • Syntax und Semantik • Automatisches Schließen: Unifikation, Resolution • Quantorenelimination • Anwendung automatischer Beweiser • Formale Deduktion: Korrektheit, Vollständigkeit
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Erwerb fundierter Kenntnisse zu den Grundlagen und der praktischen Relevanz der Logik mit besonderer Berücksichtigung der Informatik; • Verstehen und Erklären des logischen Schließens; • Einübung in das logische und wissenschaftliche Argumentieren, Aufstellen von Behauptungen und Begründungen; • Kritische Reflexion von Logikkalkülen, insbesondere hinsichtlich Entscheidbarkeit, Komplexität, Korrektheit und Vollständigkeit; • Erstellung und Beurteilung von Problemspezi;kationen (Kohärenz, Widerspruchsfreiheit) und ihre Umsetzung in Logikprogramme; • Beherrschung der praktischen Aspekte der Logikprogrammierung. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben Definitionen zur Syntax und Semantik der verwendeten Logiken wieder beschreiben grundlegende Deduktionsalgorithmen geben Regeln der verwendeten formalen Deduktionssysteme wieder Verstehen Die Studierenden erläutern das Verhältnis zwischen Syntax, Semantik und Beweistheorie der verwendeten Logiken erklären die Funktionsprinzipien grundlegender Deduktionsalgorithmen erläutern die Funktionsweise automatischer Beweiser

		erläutern grundlegende Resultate der Metatheorie der verwendeten Logiken und deren Bedeutung Anwenden Die Studierenden wenden Deduktionsalgorithmen auf konkrete Deduktionsprobleme an formalisieren Anwendungsprobleme in logischer Form und verwenden automatische Beweiser zur Erledigung entstehender Beweisziele führen einfache formale Beweise manuell Analysieren Die Studierenden führen einfache metatheoretische Beweise, inbesondere durch syntaktische Induktion 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 Gruppenarbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Es werden wöchentlich Übungsblätter ausgegeben. Die Lösungen können abgegeben werden und werden in diesem Fall bewertet. Auf Basis des Ergebnisses dieser Bewertungen können bis zu 15% Bonuspunkte erworben werden, die zu dem Ergebnis einer bestandenen Klausur hinzugerechnet werden.
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**	Schöning, U.: Logik für Informatiker. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag, 2000 Barwise, J., and Etchemendy, J.: Language, Proof and Logic; CSLI, 2000.

		Huth, M., and Ryan, M.: Logic in Computer Science; Cambridge University Press, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 93080	**Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation** Foundations of computer architecture and computer organisation	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 1) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 2) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 3) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 4) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 5) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 6) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 7) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 8) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: Übungen zu Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (PG 9) (2 SWS)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Grundlagen der Rechnerarchitektur und -organisation (2 SWS)	-
3	Lehrende	Tobias Baumeister Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Ziel der Vorlesung ist, die Grundlagen beim Aufbau eines Rechners zu vermitteln. Dies beinhaltet die Grundkomponenten, wie das Leitwerk, das Rechenwerk, das Speicherwerk und das Ein-/Ausgabewerk. Ausgehend vom klassischen von Neumann-Rechner wird der Bogen bis zu den Architekturen moderner Rechner und Prozessoren geschlagen. Grundprinzipien der Ablaufstuerung bei der Berarbeitung von Befehlen werden ebenso behandelt wie Aufbau und Funktionsweise eines Caches und die Architektur von Speichern im Allgemeinen. Das Konzept der Mikroprogrammierung wird erläutert. Ferner wird der Einstieg in die hardwarenahe Programmierung moderner CPUs mittels Assembler vorgestellt und erprobt. Aufbau und Funktionsweise peripherer Einheiten und Bussysteme werden ebenfalls behandelt. Die Studierenden sollen am Ende der Vorlesung den Aufbau und die Funktionsweise der Architektur eines Rechners, z.B. eines PCs, und des darin enthaltenen Prozessors nicht nur kennen, sondern auch die Gründe für deren Zustandekommen verstanden haben.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch der Lehrveranstaltung kennen die Studierenden die Grundkomponenten eines Rechners, z. B. eines PCs, und können diese auch im Zusammenspiel als Gesamtsystem erklären, sowie die Eigenheiten verschiedener Architekturen diskutieren. Sie können die Funktionsweise von Grundkomponenten wie Leitwerk, Rechenwerk, Speicherwerk, Ein-/Ausgabewerk, Bussystemen, sowie peripherer Komponenten erläutern und in die Struktur eines Computerssystems einordnen. Sie kennen den Aufbau von Caches, bzw. von Speichern im Allgemeinen und verstehen die Funktionsweise der Ablaufstuerung, insbesondere in Bezug auf die Abarbeitung von Befehlen. Weiterhin können die Studierenden Konzepte der Mikroprogrammierung unterscheiden, sowie hardwarenahe Programme in Assembler verstehen, modifizieren und erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Hennessy/Patterson: Computer Architecture - A quantitative approach, 4.Auflage, 2006, MorganKaufmann. Patterson/Hennessy: Computer Organization & Design, 4.Auflage, 2008, MorganKaufmann. Stallings, Computer Organization & Architecture, 8.Auflage, 2009, Prentice Hall.

		Märtin, Rechnerarchitekturen, 2001, Fachbuchverlag Leipzig.

1	**Modulbezeichnung** 93105	**Sichere Systeme** Secure 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**	Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt einen einführenden Überblick über Konzepte und Methoden der IT-Sicherheit. Themen (unter anderem): • Angreifer und Schutzziele • Cyberkriminalität und Strafbarkeit • Ethik und Privatsphäre • grundlegende Muster von Unsicherheit in technischen Systemen • grundlegende Sicherheitsmechanismen • Techniken der Sicherheitsanalyse • ausgewählte Beispiele aus dem Bereich der Kryptographie und Internetsicherheit (Web-Security) In der Übung werden die Themen der Veranstaltung beispielhaft eingeübt. Themen (unter anderem): • Kryptanalyse und Angreifbarkeit kryptographischer Protokolle • Schutzziele und Strafbarkeit • Zertifikate und Public-Key-Infrastrukturen • Web-Security • anonyme Kommunikation • formale Sicherheitsanalyse • Sicherheitstesten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmenden 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 Schwächen in Internetprotokollen 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**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092

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**	• 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** 93110	**Grundlagen der Technischen Informatik** Foundations of computer engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 1. Praktische Übung zu Grundlagen der Technischen Informatik (0 SWS) Übung: 2. Praktische Übung zu Grundlagen der Technischen Informatik (0 SWS) Übung: 1. Übung zu Grundlagen der Technischen Informatik (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Grundlagen der Technischen Informatik (2 SWS)	- - 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Heidorn Mark Deutel Dominik Walter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	Aufbau und Prinzip von Rechnern, Daten und ihre Codierung, Boolesche Algebra und Schaltalgebra, Schaltnetze (Symbole, Darstellung), Optimierung von Schaltnetzen (Minimierung Boolescher Funktionen), Realisierungsformen von Schaltnetzen (ROM, PLA, FPGA), Automaten und Schaltwerke (Moore/Mealy, Zustandscodierung und -minimierung), Flipflops, Register, Zähler, Speicher (RAM, ROM), Taktung und Synchronisation, Realisierungsformen von Schaltwerken, Realisierung der Grundrechenarten Addition/Subtraktion, Multiplikation und Division, Gleitkommazahlen (Darstellung, Fehler, Rundung, Standards, Einheiten), Steuerwerksentwurf, Spezialeinheiten und Co-Prozessoren, Mikrocontroller; vorlesungsbegleitende Einführung und Beschreibung der Schaltungen mit VHDL.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden veranschaulichen fundierte theoretische und praxisorientierte Grundlagen der Informationstheorie, Rechnerarithmetik, Digitaltechnik und des Schaltungsentwurfs. • Die Studierenden führen den Entwurf, die Synthese und das Testen von digitalen Schaltungen auf programmierbarer Hardware (FPGAs) durch. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden verstehen, dass Hardware heutzutage mit Software am Rechner entwickelt und simuliert wird. • Die Studierenden verstehen den Schaltungsentwurf mittels einer Beschreibungssprache (VHDL). Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden erarbeiten und diskutieren verschiedene Lösungswege für die Datencodierung sowie den Entwurf und die Optimierung von digitalen Hardwareschaltungen. Selbstkompetenz

		• Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, digitale Schaltungen und Systeme eigenständig zu konzipieren und zu implementieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung Das Modul Grundlagen der Technischen Informatik besteht aus einer Studienleistung und einer Prüfungsleistung. Sie erhalten den Nachweis über die Studienleistung bei Erfüllung folgender Bestandteile (Gilt für alle Studenten, die das Modul ab dem WS13/14 erstmalig ablegen): * Erfolgreiches Absolvieren von zwei praktischen Übungen mit Kolloquium Studenten, die das Modul GTI (beispielsweise durch eine Anmeldung zur Klausur) bereits vor dem WS 2013/14 begonnen haben, müssen die Studienleistung nach den zuvor gültigen Studienleistungskriterien (Übungsbesuch, Bestehen von Miniklausuren und praktischer Übungen) erwerben. Die Prüfungsleistung besteht aus einer Klausur im Umfang von 120 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/grundlagen-der-technischen-informatik-im-wintersemester

1	**Modulbezeichnung** 93121	**Theorie der Programmierung** Theory of programming	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Theorie der Programmierung (4 SWS) Übung: Übungen zu Theorie der Programmierung (2 SWS) Übung: Intensivübung zu Theorie der Programmierung (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Lutz Schröder Paul Wild Leon Vatthauer Zisis Erkelentzis Hannes Schulze Franz Schlicht Linus Gnan Oliver Schnell	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Schröder
5	**Inhalt**	• Termersetzungssysteme, Normalisierung, Konfluenz • Getypter und ungetypter Lambda-Kalkül • Semantik von Programmiersprachen, Anfänge der Bereichstheorie • Datentypen, Kodatentypen, Induktion und Koinduktion, Rekursion und Korekursion • Programmverifikation, Floyd-Hoare-Kalkül • Reguläre Sprachen und endliche Automaten • Beschriftete Transitionssysteme, Bisimulation und Temporallogik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden geben elementare Definitionen und Fakten zu den behandelten Formalismen wieder. Verstehen Die Studierenden • erläutern Grundbegriffe der Syntax und Semantik von Formalismen und setzen diese zueinander in Bezug • beschreiben und erklären grundlegende Algorithmen zu logischem Schließen und Normalisierung • beschreiben wichtige Konstruktionen von Modellen, Automaten und Sprachen Anwenden Die Studierenden • verfassen formale Spezifikationen sequentieller und nebenläufiger Programme • verifizieren einfache Programme gegenüber ihrer Spezifikation durch Anwendung der relevanten Kalküle •

		○ führen einfache Beweise über Programme mittels Induktion und Koinduktion Analysieren Die Studierenden wählen für gegebene Verifikationsprobleme geeignete Formalismen aus erstellen einfache Meta-Analysen formaler Systeme, etwa Konfluenzprüfung von Termersetzungssystemen - führen einfache Meta-Beweise über Formalismen mittels Induktion und Koinduktion 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• Glynn Winskel, Formal Semantics of Programming Languages, MIT Press, 1993 • Michael Huth, Mark Ryan, Logic in Computer Science, Cambridge University Press, 2. Auflage 2004 • Henk Barendregt, The lambda-Calculus: Its Syntax and Semantics, North Holland, 1984 • John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman and Rajeev Motwani, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, 3rd ed., Prentice Hall, 2006 • Franz Baader, Tobias Nipkow, Term Rewriting and All That, Cambridge University Press, 1999

1	**Modulbezeichnung** 93130	**Konzeptionelle Modellierung** Conceptual modelling	**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. Richard Lenz
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Modellierung • Datenmodellierung am Beispiel Entity-Relationship-Modell • Modellierung objektorientierter Systeme am Beispiel UML • Relationale Datenmodellierung und Anfragemöglichkeiten • Grundlagen der Metamodellierung • XML • Multidimensionale Datenmodellierung • Domänenmodellierung und Ontologien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • definieren grundlegende Begriffe aus der Datenbankfachliteratur • erklären die Vorteile von Datenbanksystemen • erklären die verschiedenen Phasen des Datenbankentwurfs • benutzen das Entity-Relationship Modell und das erweiterte Entity-Relationship Modell zur semantischen Datenmodellierung • unterscheiden verschiedene Notationen für ER-Diagramme • erläutern die grundlegenden Konzepte des relationalen Datenmodells • bilden ein gegebenes EER-Diagramm auf ein relationales Datenbankschema ab • erklären die Normalformen 1NF, 2NF, 3NF, BCNF und 4NF • definieren die Operationen der Relationenalgebra • erstellen Datenbanktabellen mit Hilfe von SQL • lösen Aufgaben zur Datenselektion und Datenmanipulation mit Hilfe von SQL • erklären die grundlegenden Konzepte der XML • erstellen DTDs für XML-Dokumente • benutzen XPATH zur Formulierung von Anfragen an XML-Dokumente • definieren die grundlegenden Strukturelemente und Operatoren des multidimensionalen Datenmodells • erklären Star- und Snowflake-Schema • benutzen einfache UML Use-Case Diagramme • benutzen einfache UML-Aktivitätsdiagramme • erstellen UML-Sequenzdiagramme • erstellen einfache UML-Klassendiagramme • erklären den Begriff Meta-Modellierung • definieren den Begriff der Ontologie in der Informatik

		• definieren die Begriffe RDF und OWL
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gewünscht "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Grundlagen der Logik und Logikprogrammierung"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur 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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Elmasri, Ramez, and Sham Navathe. Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Deutschland GmbH, 2009. - ISBN-10: 9783868940121 • Alfons Kemper, Andre Eickler: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 6., aktualis. u. erw. Aufl. Oldenbourg, März 2006. - ISBN-10: 3486576909 • Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.1. 8. Aufl. Oldenbourg, Januar 2006. - ISBN-10: 3486579266 • Ian Sommerville: Software Engineering. 8., aktualis. Aufl. Pearson Studium, Mai 2007. - ISBN-10: 3827372577 • Horst A. Neumann: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. (UML). Hanser Fachbuch, März 2002. - ISBN-10: 3446188797 • Rainer Eckstein, Silke Eckstein: XML und Datenmodellierung. Dpunkt Verlag, November 2003. - ISBN-10: 3898642224

1	**Modulbezeichnung** 93150	**Rechnerkommunikation** Computer communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Rechnerkommunikation (2 SWS) Übung: Übungen Rechnerkommunikation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Dr.-Ing. Peter Bazan Tarek Suft Paul Döring Mamdouh Muhammad Lukas Bayer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Rechnerkommunikation und durchläuft von oben nach unten die Schichten des Internets: • Anwendungsschicht • Transportschicht • Netzwerkschicht • Sicherungsschicht • Physikalische Schicht Sicherheit wird als übergreifender Aspekt behandelt. An verschiedenen Stellen werden analytische Modelle eingesetzt, um Wege für eine quantitative Auslegung von Kommunikationsnetzen aufzuzeigen. Die Übung beinhaltet praktische und theoretische Aufgaben zum Verständnis der einzelnen Schichten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse über zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen der Rechnerkommunikation (Topologie, Schicht, Adressierung, Wegsuche, Weiterleitung, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Fehlersicherung, Medienzugriff, Bitübertragung) am Beispiel des Internets und mit Ausblicken auf andere Netztechnologien • Kenntnisse über Sicherheit, Leistung und Zuverlässigkeit bei der Rechnerkommunikation • praktische Erfahrung in der Benutzung und Programmierung von Rechnernetzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Hausaufgaben zu Rechnerkommunikation (Übungsleistung): • Studienleistung, Übungsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS • weitere Erläuterungen: Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für den unbenoteten

		Übungsschein sind 60% der Punkte je Aufgabenblatt zu erreichen Rechnerkommunikation (Klausur): • Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 2.5 ECTS • Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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**	Lehrbuch: Kurose, Ross. Computer Networking. 8th Ed., Pearson, 2021.

1	**Modulbezeichnung** 93097	**Einführung in das Software Engineering** Introduction to software engineering	**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. Andreas Maier
5	**Inhalt**	• Einführung in die einzelnen Phasen der Softwareentwicklung: Anforderungsanalyse, Spezifikation, Entwurf, Implementierung, Test, WartungProzessmodelle • Prozessmodelle • Agile Softwareentwicklung • Anforderungsanalyse und -verwaltung • Modellierung von Systemen (u.a. mit UML) • Software-Architekturen und Designmuster • Teststrategien • Umgang mit Software-Alterung • Projektmanagement • Software-Engineering im Bereich Machine Learning • Refactoring zur Unterstützung der Wartungsphase
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Beschreiben Prozessmodelle und unterscheiden plangesteuerte (wie das Wasserfall- und V-Modell) und agile Prozessmodelle (wie XP, Scrum, RUP und Kanban) • Erläutern verschiedene Techniken der Anforderungsanalyse und –Ermittlung (wie Endliche Zustandsautomaten, Petri-Netze, Use Cases, User Stories) und wenden diese für plan-gesteuerte und agile Prozesse an • Stellen die Unterschiede zwischen agilem und plan-gesteuertem Requirements-Engineering dar • Verstehen und erläutern UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) und wenden diese auf praktische Beispiele der Objektorientierung an • Reproduzieren allgemeine Entwurfslösungen wiederkehrender Probleme des Software-Engineerings und wenden diese an • Wenden funktionale und strukturelle Testansätze an • Erklären Methoden zur Änderung und Weiterentwicklung von Software • Beschreiben Ansätze für das Projekt-Management von Softwareprojekten • Erläutern wie Methoden des Maschinellen Lernens für Software-Engineering eingesetzt werden können
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die schriftliche Prüfung enthält größtenteils Fragen im Multiple-Choice Auswahlverfahren.
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**	• Software Engineering, Ian Sommerville, 10. Auflage, 2016 • Software-Engineering Kompakt, Anja Metzner, 2020 • Handbook of Software Engineering, Sungdeok Cha, Richard N. Taylor, Kyochul Kang (Hrsg.), 2019

1	**Modulbezeichnung** 93180	**Systemprogrammierung** System programming	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP1-R02 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R03 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R04 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R05 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R06 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R07 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R08 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R09 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R10 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R11 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1-R12 (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP1 Tafel- und Rechnerübung (2 SWS, SoSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Di-12, Julian Z. & Dana E. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Do-14, Ferdinand S. & Stefan S. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Do-16, Johannes K. & Hannes S. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Fr-12, Christian H. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Fr-14, Frederik Z. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Fr-16, Lukas B. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Mi-14 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Mi-16, Christian H. & Maximilian R. (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ Mo-16 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ R01 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ R11 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ R13, Kevin Kollenda (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP-RÜ R14 (2 SWS, WiSe 2025)	-

		Übung: SP-RÜ R15 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP1-T03 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T04 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T05 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T06 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T07 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T08 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T09 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T10 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T11 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T12 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T13 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T14 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T15 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T16 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T17 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T18 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T19 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T20 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T21 (findet nicht statt) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-Tutorenbesprechung (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS
		Übung: SP2-Ü T01 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T02 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T03 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T04 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T05 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T06 (2 SWS, WiSe 2025)	-

		Übung: SP2-Ü T07 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T08 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T09 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T11 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T12 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü T18 (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Ta, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Tb, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Ti, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Tk, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Tm, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Tn, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü To, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Ts, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
		Übung: SP2-Ü Tu, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-

		Übung: SP2-Ü Tv, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenenden Termine finden sie unter https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine) (2 SWS, WiSe 2025)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Thomas Preisner Luis Gerhorst Tobias Häberlein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	**Inhalt**	• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) • Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme • Programmierung von Systemsoftware • C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen • verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen • erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen • erlernen die Programmiersprache C • entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

Nebenfach Orientalistik Option 1

1	**Modulbezeichnung** 75100	**Arabisch I** Arabic I	**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. Das Modul umfasst die wissenschaftliche Beschreibung und kommunikative Anwendung der arabischen Sprache in schriftlicher und mündlicher Form. Berücksichtigt wird insbesondere die hocharabische Sprache der Gegenwart.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Edzard PD Dr. Salah Fakhry
5	**Inhalt**	Die Studierenden • erlernen den grundlegenden aktiven und passiven Spracherwerb der arabischen Sprache. • kennen die theoretischen Grundlagen von Grammatik, Phonologie, Morphologie und die dazugehörigen terminologischen Systeme. • können den grundlegenden Wortschatz der arabischen Sprache in schriftlicher und mündlicher Form anwenden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen den grundlegenden aktiven und passiven Spracherwerb der arabischen Sprache. • kennen die theoretischen Grundlagen von Grammatik, Phonologie, Morphologie und die dazugehörigen terminologischen Systeme. • können den grundlegenden Wortschatz der arabischen Sprache in schriftlicher und mündlicher Form anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Orientalistik Option 1 Bachelor of Science Informatik 20092 B.A. Orientalistik
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) 100% Klausur
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Schulz, Eckehard, Modernes Hocharabisch. Mit einer Einführung in Hauptdialekte, Leipzig 2011. bzw. 2013.

Nebenfach Orientalistik Option 2

1	**Modulbezeichnung** 75161	**Zweite orientalische Sprache I (Türkisch, Persisch, Hebräisch, Aramäisch o.a.)** Second Oriental language I (Turkish, Persian, Hebrew, Aramaic, etc.)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Türkisch: Elementarkurs I (4 SWS) Kurs: BA 6. FS: [Modul Zweite Orientalische Sprache] Modernes Hebräisch IV (4 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Antje Lenora Kerem Demirtas Prof. Dr. Lutz Edzard	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lutz Edzard
5	**Inhalt**	Das Modul umfasst den grundlegenden aktiven und passiven Spracherwerb einer zweiten orientalischen Sprache.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Grundsätzlich besteht die Wahl zwischen Türkisch, Hebräisch und Persisch. Es werden aktuell folgende Kurse angeboten: Türkisch I und Hebräisch I In diesem Kurs erlangen Studierende ohne Vorkenntnisse grundlegende aktive und passive Sprachkenntnisse der betreffenden Sprache und lernen, grundlegenden Wortschatz in schriftlicher und mündlicher Form anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Orientalistik Option 2 Bachelor of Science Informatik 20092 B.A. Orientalistik
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel Variabel Variabel Nach Maßgabe des Faches.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (25%) Variabel (25%) Variabel (25%) Variabel (25%) Nach Maßgabe des Faches.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: Nach Maßgabe des Faches, Arbeitsaufwand insgesamt 150 Stunden. Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	CHAYAT, Shlomit Sara ISRAELI Hilla KOBLINER 2013: Hebrew from Scratch. Part II (New). Academon, The Hebrew University Students Printing and Publishing House: Jerusalem.

1	**Modulbezeichnung** 75162	**Zweite orientalische Sprache II (Türkisch, Persisch, Hebräisch, Aramäisch o.a.)** Second Oriental language II(Turkish, Persian, Hebrew, Aramaic, etc.)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Türkisch: Elementarkus II (4 SWS) Übung: Modernes Hebräisch II (4 SWS) Übung: Persisch II (4 SWS) Kurs: BA 6. FS: [Modul Zweite Orientalische Sprache] Modernes Hebräisch IV (4 SWS) Vorlesung mit Übung: Zweite orientalische Sprache II: Aramäisch II - Sprachkurs klassisches Syrisch II	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Antje Lenora Kerem Demirtas Elina Freud Mahshid Risseh Prof. Dr. Lutz Edzard PD Dr. Christian Lange	

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: 4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Orientalistik Option 2 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variabel Variabel Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (25%) Variabel (25%) Variabel (25%) Variabel (25%)
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**	CHAYAT, Shlomit Sara ISRAELI Hilla KOBLINER 2013: Hebrew from Scratch. Part II (New). Academon, The Hebrew University Students Printing and Publishing House: Jerusalem.

Nebenfach

1	**Modulbezeichnung** 1818	**Nebenfach Physik** Minor subject: Physics	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Naturwissenschaftler II (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Naturwissenschaftler II (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	apl. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Leistungsschein Klausur (90 Minuten) Klausur (180 Minuten) schriftlich (180 Minuten) schriftlich schriftlich (90 Minuten) schriftlich (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) schriftlich (180 Minuten) Variabel schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (33%) Leistungsschein (bestanden/nicht bestanden) Klausur (33%) Klausur (100%) schriftlich (67%) schriftlich (33%) schriftlich (33%) schriftlich (33%) Klausur (33%) Klausur (33%) schriftlich (67%) Variabel (100%) 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: Bildung und Lebenslauf (2 SWS, SoSe 2025) Seminar: Basisseminar: Kultur und Kommunikation (2 SWS, SoSe 2025) Seminar: Basisseminar: Vergleichende Gesellschaftsanalyse (2 SWS, WiSe 2025) Seminar: Basisseminar Vergleichende Gesellschaftsanalyse (SoSe 2025) Vorlesung: Vorlesung: Einführung in die Soziologie (2 SWS, WiSe 2025) Seminar: Basisseminar Arbeit und Organisation (0 SWS, SoSe 2025) Vorlesung: Vorlesung: Einführung in die Methoden der empirischen Sozialforschung (2 SWS, SoSe 2025)	- - - - 5 ECTS - -
3	Lehrende	Irmgard Steckdaub-Muller Dr. Dennis Eckhardt Christianna Bunt Philipp Landauer Prof. Dr. Stefan Kirchner Amelie Tihlarik Prof. Dr. Nicole Janine Saam Joanna Kiefer	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) schriftlich/mündlich schriftlich/mündlich Klausur (60 Minuten) schriftlich/mündlich Variabel

		schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (33%) schriftlich/mündlich (33%) schriftlich/mündlich (33%) Klausur (33%) schriftlich/mündlich (33%) Variabel (100%) 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**	

1	**Modulbezeichnung** 66292	**Astronomie** Astronomy	**15 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 1 (1 SWS, WiSe 2025) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 1 (2 SWS, WiSe 2025) Vorlesung: Einführung in die Astronomie 2 (2 SWS, SoSe 2025) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Informatiker) (8 SWS, SoSe 2025) Übung: Übung zur Einführung in die Astronomie 2 (1 SWS, SoSe 2025) Praktikum: Astronomisches Praktikum (LAG) (8 SWS, SoSe 2025) Praktikum: Astronomisches Praktikum (Nicht-Physiker) (8 SWS, SoSe 2025)	- 3 ECTS - - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Manami Sasaki Prof. Dr. Jörn Wilms	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur schriftlich/mündlich Protokollheft
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (33%) Klausur (67%) schriftlich/mündlich (33%) Protokollheft (bestanden/nicht bestanden)
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** 82455	**Service Management und Service Engineering** Service management and service engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: V: Service Management and Service Engineering (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Matzner Pepe Bellin	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Matzner
5	**Inhalt**	Die Veranstaltung soll einen Überblick über Methoden und Modellen zur Entwicklung, zum Management und zur Erbringung von Dienstleistungen sowie Einsicht in Grundkonzepte des Forschungsgebiets der Service Science geben. Darüber hinaus werden aktuelle Trends IT-gestützter Dienstleistungen vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beherrschen Grundkonzepte der Dienstleistungsforschung, • verstehen die Bedeutung von IT-Artefakten für das Dienstleistungsmanagement, • können Methoden und Modelle des Service Engineering zur Gestaltung von Geschäftsmodellen, Erhebung von Anforderungen, Erforschung von Prozessen, und Planung von Marketing-Konzepten anwenden, • können Methoden und Modelle des Service Management zur Messung der Dienstleistungsqualität anwenden und • lernen aktuelle Anwendungsbereiche der Dienstleistungsforschung und -praxis kennen (zum Beispiel digitale Plattformen und intelligente Dienstleistungen).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Erfolgreiches Absolvieren der Assessmentphase.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Literaturverweise und Downloadmaterial im StudOn-Kurs (Link wird auf der Lehrstuhl-Website bekanntgegeben: https://www.is.rw.fau.de/lehre/veranstaltungen/service-management-und-service-engineering/).

1	**Modulbezeichnung** 82491	**Marketing-Fallstudien** Marketing case studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Marketing Fallstudien KOL (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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 82570	**BWL für Ingenieure** Business studies for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: BWL für Ingenieure I (2 SWS, WiSe 2025) Vorlesung mit Übung: BWL für Ingenieure II (2 SWS, SoSe 2025)	- -
3	Lehrende	Dr. Lothar Czaja Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

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 Bachelor of Science Informatik 20092

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** 83467	**Business Process Management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: V: Business Process Management (2 SWS) Übung: Ü: Business Process Management (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin Matzner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Matzner Dr. Sven Weinzierl
5	**Inhalt**	• Einführung in Business Process Management • Der BPM-Lebenszyklus • Prozessidentifikation: Kontext, Prozessarchitekturen, Auswahl / Priorisierung von Prozessen zur Optimierung • Einführung in Prozessmodellierung mit BPMN • Fortgeschrittene Prozessmodellierung: Wiederholungen, Nachbesserungen, Ereignisse, Ausnahmen, Regeln, Best Practices • Prozessentdeckung: Methoden, Modellierung, Qualitätskontrolle • Qualitative Prozessanalyse • Quantitative Prozessanalyse • Prozess-Redesign: Hintergründe, Transaktionale Methoden, Transformative Methoden • Prozessgewahre Informationssysteme: Arten, Vorteile, Herausforderungen • Prozessimplementierung mit ausführbaren Modellen • Prozessüberwachung: Kontext und Ansätze, Techniken aus dem Process Mining, Performancemessung, • Techniken für Geschäftsprozessmanagement in wissensintensiven Prozessen • Business Process Management als Unternehmensfähigkeit
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen, Begrifflichkeit und praktische Relevanz des Geschäftsprozessmanagements, • können zentrale Konzepte in der Prozessmodellierung und -automatisierung verstehen und erklären, • können verschiedene Arten von Modellierungsnotationen (imperativ, deklarativ) unterscheiden und erklären, • können verschiedene Stufen im BPM-Lebenszyklus und deren Anforderungen an Stakeholder verstehen und erklären, • sind in der Lage, Geschäftsprozesse in BPMN zu verstehen und zu modellieren, • sind in der Lage, Geschäftsprozesse zu analysieren und optimieren, • sind in der Lage, aus den umfangreichen Techniken, Notationen und Konzepten aus dem Business Process Management für den jeweiligen Einsatzbereich anwendbare zu wählen und einzusetzen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2021). *Grundlagen des geschäftsprozessmanagements: Übersetzt von Thomas Grisold, Steven Groß, Jan Mendling, Bastian Wurm*. Springer Berlin Heidelberg.

1	**Modulbezeichnung** 86960	**Enterprise Content and Collaboration Management** Enterprise content und collaboration management	**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. Sven Laumer
5	**Inhalt**	Das Modul bietet eine Einführung in Konzepte und Strategien des Enterprise Content und Collaboration Managements sowie in Technologien, Werkzeuge und Methoden, die verwendet werden, um Wissens- und Informationsflüsse in Unternehmen zu organisieren. Die Vorlesung fokussiert auf die Digitalisierung und neue Formen der Arbeit. Hierzu werden in der Veranstaltung theoretische und technische Grundlagen von digitalen Arbeitsgruppen, digitalen Gemeinschaften und dem Management von digitalen Inhalten (Content, Informationen, Wissen) vermittelt. Der Fokus liegt darauf, wie Arbeit in Teams und Arbeitsgruppen organisiert werden muss und wie digitale Technologien (z.B. Social-Media-Anwendungen) gestaltet sein müssen, um diese Abläufe effektiv und effizient zu unterstützen. Die Übung fokussiert sich auf konkrete digitale Technologien und deren Anwendung, um Informations- und Wissensflüsse in Unternehmen zu unterstützen. In rechnergestützten Übungen werden grundlegende Funktionen verschiedener ECM-Systeme vorgestellt und von den Studenten am Rechner vertieft. **Studierende können wählen, in welcher Sprache sie den Kurs belegen möchten.**
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben ein grundlegendes Verständnis der Rolle des Enterprise Content Management in der Unternehmenspraxis • kennen die Funktionalitäten und Merkmale von ECM-Systemen • sind in der Lage, Nutzungsszenarien von ECM in Unternehmen zu analysieren und zu konzipieren • können dank der erfolgten Rechnerübungen ein ECM-System auf verschiedenen Plattformen (u.a. Microsoft SharePoint) in seinen Grundfunktionen konfigurieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Alalwan, J. A. (2012): Enterprise content management research: a comprehensive review. In: Journal of Enterprise Information Management 25 (5), pp. 441461. Laumer, S., Maier, C., and Weitzel, T. (2015) Successfully Implementing Enterprise Content Management: Lessons Learnt from a Financial Service Provider Proceedings of the 36th International Conference on Information Systems (ICIS), Fort Worth, TX, USA. Laumer, S., Beimborn, D., Maier, C., and Weinert, C. (2013) Enterprise Content Management, Business & Information Systems Engineering (BISE) (5:6), p. 449-452. Simons, A., and vom Brocke, J. (2014): "Enterprise content management in information systems research." Enterprise Content Management in Information Systems Research. Springer, Berlin, Heidelberg. Tyrväinen, P.; Päivärinta, T.; Salminen, A., and Iivari, J. (2006): Characterizing the evolving research on enterprise content management. In: European Journal of Information Systems 15 (6), pp. 627634.

1	**Modulbezeichnung** 82397	**E-Business und E-Commerce** E-Business and E-Commerce	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: E-Business and E-Commerce (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck Laura Schneider	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	**Inhalt**	Die Digitalisierung nimmt einen immer größeren Teil der Geschäftswelt ein. Die elektronische Unterstützung, Abwicklung und Aufrechterhaltung von Geschäftsprozessen wird als E-Business bezeichnet. Einen Teilbereich dessen macht der elektronische Austausch von Gütern und Dienstleistungen, der sog. E-Commerce, aus. Die Veranstaltung beleuchtet die Konzepte E-Business und E-Commerce tiefergehend entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Dabei werden zunächst Entwicklungen betrachtet, die die Verbreitung von E-Business und E-Commerce ermöglicht haben. Darüber hinaus werden Besonderheiten digitaler Geschäftsmodelle herausgearbeitet und analogen Ansätzen gegenübergestellt. Des Weiteren erfolgt eine kritische Einordung der sich daraus ergebenden Chancen und Risiken. Die verschiedenen Aspekte werden anhand aktueller Praxisbeispiele verdeutlicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind in der Lage, … • die Konzepte E-Business und E-Commerce präzise voneinander abzugrenzen sowie verschiedene Arten des E-Commerce zu identifizieren, zu analysieren und mit konkreten Anwendungsbeispielen zu verknüpfen. • die Auswirkungen der Digitalisierung auf traditionelle Geschäftsmodelle zu analysieren und zu bewerten. • Qualitätsmerkmale einer erfolgreichen Website zu definieren und anhand relevanter Praxisbeispiele zu erklären sowie die Bedeutung der Entscheidungsarchitektur im Online-Kontext zu erfassen und deren Einfluss auf das Nutzerverhalten anhand von Theorien und Beispielen zu erläutern. • die Relevanz von Nutzerdaten sowie die Herausforderungen und Anforderungen der Datensicherheit im E-Commerce zu verstehen und anhand konkreter Fallbeispiele kritisch zu reflektieren. • Wissen aus der Vorlesung E-Business und E-Commerce in der Praxis anzuwenden. Hierfür werden die Studierenden in Gruppenarbeit einen Businessplan für ein Online-Business entwerfen und einen Online-Shop selbständig aufsetzen. Anhand von Gruppenarbeiten werden spezielle Themenstellungen aus dem Bereich E-Commerce herausgearbeitet, präsentiert und im Plenum diskutiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Betriebswirtschaftslehre Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat (20 Minuten) Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat (30%) Klausur (70%)
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**	Kurspaket mit Lehrmaterial und Literatur

1	**Modulbezeichnung** 62820	**Ökologie und Diversität B** Ecology and diversity B	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Ökologie und Diversität B: Zoologische Freilandübungen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: BestÜbPfl (3 SWS) Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	2 ECTS 3 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jürgen Schmidl Dr. Regula Muheim-Lenz Dr. Ulrike Daigl PD Dr. Ruth Stadler Prof. Dr. Markus Albert	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	E-Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	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** 62921	**Allgemeine Biologie I** General biology I	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 62940	**Zoologie** Zoology	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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)

1	**Modulbezeichnung** 62982	**Mikrobiologische Übungen** Microbiology: practical 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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich SL: Protokollheft (ca. 50 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (bestanden/nicht bestanden) pass/fail
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** 62924	**Allgemeine Biologie II: Übungen zur Morphologie und Anatomie der Pflanzen und Tiere** WNF-5 Morphology and Anatomy of Organisms	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Biologie II: Übungen zur Morphologie und Biologie der Pflanzen und Tiere (5 SWS) Die Übungen sind anwesenheitspflichtig.	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Alexandra Schambony PD Dr. Ruth Stadler Prof. Dr. Petra Dietrich PD Dr. Michael Schoppmeier Prof. Dr. Sabine Müller Prof. Dr. Elke Ober	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Michael Schoppmeier
5	**Inhalt**	• Morphologie, Anatomie und Ökologie von Pflanzen und Tieren • Besonderheiten wichtiger taxonomischer Gruppen, Stellung von Modellsystemen • Anpassungen und Überlebensstrategien; Lichtkonkurrenz, Verbreitungs- und Fortpflanzungsstrategien • Parasitismus; Lebenszyklen; Lokomotions-, Verdauungs- und Exkretionsprinzipien • Präparierung und mikroskopische Untersuchungen von Pflanzen: Gefäßlose Pflanzen (Moose), Gefäßsporenpflanzen (farnartige Pflanzen), Samenpflanzen • Präparierung und mikroskopische Untersuchungen von Tieren: Nematoda (Fadenwürmern), Annelida (Ringelwürmern), Arthropoda (Gliederfüßern), Mollusca (Weichtieren), Vertebrata (Wirbeltieren)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen pflanzliche und tierische Organismen und Gewebe und können diese beschreiben und erklären; • sind sich der ethischen Verantwortung beim Umgang mit höheren Organismen bewusst; • sind zur Teamarbeit befähigt; • erweitern die Kenntnisse zur Probenvorbereitung für die Mikroskopie und können sicher mit Mikroskopen umgehen; • sind fähig, ausgewählte Tier- und Pflanzenarten fachgerecht zu präparieren und mikroskopisch zu untersuchen; sind in der Lage histologische Präparate fachgerecht zu zeichnen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Inhaltliche Voraussetzung für das erfolgreiche Bestehen ist die Vorlesung „Biologie für Nebenfächler"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Biologie Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Protokollheft (45 Minuten) Protokollheft ca. 50 Seiten
11	**Berechnung der Modulnote**	Protokollheft (bestanden/nicht bestanden)
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**	Campbell: Biologie; Wehner/Gehring: Zoologie

1	**Modulbezeichnung** 62060	**Allgemeine und Anorganische Chemie** Lecture general and inorganic chemistry	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Allgemeine und Anorganische Chemie (mit Experimenten) (4 SWS, WiSe 2025) Praktikum: Anorganisch-Chemisches Praktikum für Geowissenschaften, Physik und physische Geographie (+ MWT & Nanotechn. alte PO) (7 SWS, SoSe 2025)	- 6 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sjoerd Harder Dr. Jens Langer Prof. Dr. Nicolai Burzlaff Prof. Dr. Karsten Meyer Prof. Dr. Karl Mandel Prof. Dr. Ingrid Span	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten) Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 62963	**Allgemeine Organische Chemie** General organic chemistry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Organische Chemie 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Hirsch	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 77011	**Basismodul II Linguistics** Basic module II: Linguistics	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Grundseminar: Grundseminar English Linguistics I (Erlangen) (2 SWS, WiSe 2025) Aufbauseminar: Aufbauseminar English Linguistics II (Erlangen) (2 SWS, SoSe 2025) Vorlesung: Basisvorlesung English Linguistics II (1 SWS, SoSe 2025)	- - -
3	Lehrende	Dr. Brigitta Mittmann Prof. Dr. Ewa Dabrowska Prof. Dr. Lotte Sommerer Rania Khanoub Dr. Armine Garibyan Leonarda Prela Richenda Wright Thomas Maisel Dr. Barbara Bloom Dr. Michael Klotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Armine Garibyan Prof. Dr. Peter Uhrig
5	**Inhalt**	Im Basismodul werden die Studierenden mit folgenden linguistischen Konzepten und Ansätzen vertraut gemacht: • Linguistik als deskriptive Disziplin • Prinzipien und Methodik der modernen Linguistik • Phonetik und Phonologie • Syntax und Grammatik • Morphologie, Wortbildung, Lexikologie und Phraseologie • Semantik • Pragmatik • Regionale und historische Varietäten • Kontrastive Linguistik • Lexikografie Soweit es in diesem Basismodul möglich ist, werden den Studierenden unterschiedliche Ansätze innerhalb der verschiedenen linguistischen Teilbereiche präsentiert. Die Inhalte der Basisvorlesung sind für die Klausur des Aufbauseminars relevant.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden nennen und erläutern grundlegende linguistische Konzepte und ihr erlangtes Wissen um das Wesen von Sprache im Allgemeinen und des Englischen im Besonderen. Sie beginnen, die Methodik der linguistischen Analyse zu erfassen und zu beschreiben. Im ersten Semester fassen die Studierenden Konzepte und Ansätze aus der Perspektive eines als Standardmodell anerkannten linguistischen Modells zusammen und erläutern diese. Durch die gemeinsame Arbeit an Sprachmaterial, die sich über den gesamten Semesterverlauf zieht, erarbeiten sich Studierende im gegenseitigen, diskursiven Austausch

		ein grundständiges Wissen um grundlegende linguistische Begrifflichkeit und die kritische Methode, die sie im Seminarverbund anwenden. Im zweiten Semester kontrastieren die Studierenden dann diese Beschreibungen mit alternativen Theorien und Ansätzen. Sie verstehen den Umgang mit Termini und Methoden auch im Kontext von unterschiedlichen linguistischen Theoriemodellen und hinterfragen verschiedene Ansätze, wobei sie zusätzlich kritisch argumentieren. Die Einführung in linguistische Disziplinen wie Soziolinguistik und historische Linguistik dient außerdem dazu, dass Studierende grundlegende Fakten über den historischen und kulturellen Hintergrund englischsprachiger Länder, vor allem Großbritanniens und der USA angeben und erläutern können. Auf diese Weise betten sie linguistische Konzeptionen in einen größeren soziokulturellen Kontext ein.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine; in der Regel soll das Grundseminar vor dem Aufbauseminar und der Basisvorlesung absolviert werden. Da die Inhalte der Basisvorlesung für die Klausur des Aufbauseminars relevant sind, sollten beide Veranstaltungen im gleichen Semester besucht werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Englische Linguistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Die Grundseminarklausur wird in Präsenz als elektronische Klausur abgehalten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (beste Note%) Klausur (beste Note%)
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 240 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Veranstaltungsspezifisch - wird zu Beginn des Semesters bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 77230	**Seminarmodul L-UF Linguistics** Teaching seminar module: Linguistics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Mittelseminar: Early first language acquisition (2 SWS) Mittelseminar: Aspects of Grammar (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. phil. Panagiotis Kenanidis Thomas Maisel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Uhrig
5	**Inhalt**	Im **Seminarmodul L-UF Linguistics** beschäftigen sich die Studierenden intensiv mit einer linguistischen Teildisziplin. Nach einer Wiederholung grundlegender Modelle, die für diese Teildisziplin relevant sind, vertiefen die Studierenden ihre Kenntnisse, indem sie unterschiedliche Bereiche und Ansätze der Teildisziplin kennenlernen und diskutieren. Darüber hinaus wählen die Studierenden einen thematischen Schwerpunkt, den sie selbstständig bearbeiten. Linguistische Teildisziplinen, die in diesem Modul behandelt werden, können eher theoretischer Natur (z.B. Syntax, Phonetik / Phonologie, Semantik) oder angewandter Natur (z.B. Lexikografie, Korpuslinguistik, Linguistics and Language Teaching) sein.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Im **Seminarmodul L-UF Linguistics** werden die theoretischen Ansätze, die die Studierenden im Elementarmodul kennengelernt haben vertieft und auf eine höhere Reflexionsstufe gestellt. Im diskursiven Austausch mit anderen Seminarteilnehmenden erwerben und vertiefen die Studierenden dabei die Fähigkeit, wissenschaftlich begründete Positionen argumentativ zu vertreten und kritisch zu reflektieren. Die Studierenden lernen, unterschiedliche linguistische Modelle und Lösungsansätze zu diskutieren und evaluieren. Darüber hinaus beschäftigen sich die Studierenden erstmals eigenständig mit der Deskription und Analyse linguistischer Daten. Auf der Ebene der Study Skills verbessern die Studierenden ihre Fähigkeiten im Erarbeiten und Halten mündlicher Präsentationen. Weiterhin werden die Studierenden auf das Verfassen einer schriftlichen Hausarbeit vorbereitet, wobei insbesondere Aspekte wie Umgang mit wissenschaftlichen Quellen, sprachlicher Ausdruck und Eingrenzung eines Themas im Vordergrund stehen. Eine Adressaten-, situations- und themenadäquate Textkompetenz wird erlangt, sowie das Geben und Verarbeiten von Feedback aus der Gruppe (peer review).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Erfolgreiche Teilnahme an den Elementarmodulen L-UF Linguistics I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Englische Linguistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (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**	There is no required textbook. The bibliography for this course will be made available on StudOn at the start of the semester.

1	**Modulbezeichnung** 68800	**Grundlagen der Geowissenschaften I** Foundations of geosciences I	**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. Karsten Haase
5	**Inhalt**	System Erde I: Die Vorlesung umfasst eine Einführung in die allgemeine Geologie mit exogenen, endogenen und erdgeschichtlichen Aspekten. Die historische Entwicklung und aktuellen Prozesse in und auf der Erde sowie die Dynamik des Planeten als Motor der endogenen und exogenen Abläufe werden behandelt. Das chemische und physikalische Zusammenwirken von Lithosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre im System Erde und ihre Bedeutung für die Systemkreisläufe auf unserem Planeten werden eingeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Grundlagen in die allgemeine Geologie mit exogenen, endogenen und erdgeschichtlichen Aspekten wiedergeben und können die Bedeutung geologischer Grundkenntnisse für die Gesellschaft einordnen • die Entstehung des Sonnensystems und der Erde wiedergeben • die Plattentektonik inklusive spezielle petrologische, geochemische, strukturgeologische Aspekte erläutern • die zum Verständnis der dynamischen Abläufe in unserem Erdkörper und die endogenen krustenbildenden Prozesse erklären • Zusammenhänge des Systems Erde erkennen und erklären • sich systematisch Informationen beschaffen und diese in ihrem spezifischen Kontext bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Geowissenschaften Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• Press & Siever: Allgemeine Geologie", 5. Aufl. 2008, ISBN 3827418127 • Tarbuck & Lutgens "Allgemeine Geologie" 9. Aufl. 2009, ISBN 3827373352 • Robert & Bousquet "Geowissenschaften" 2018, ISBN 9783662503928 • Frisch & Meschede: Plattentektonik" • Reuther: Grundlagen der Tektonik: Kräften und Spannungen der Erde auf der Spur", 2012, ISBN 3827420652

1	**Modulbezeichnung** 64935	**Rohstoffe und Nachhaltigkeit** Raw materials and sustainability	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Rohstoffe und Nachhaltigkeit (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karsten Haase PD Dr. Anette Regelous	

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 Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminarleistung (Präsentation in Form eines Video-Tutorials 5 Minuten und Bericht 5 Seiten)
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** 77303	**Grundlagen der germanistischen Linguistik (Ling BM-1)** Foundations of German linguistics I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	**Ling BM-1** Einführungskurs: Ling BM-1: Einführung in die germanistische Linguistik (3 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht. Die Fähigkeiten und Kompetenzen – insbesondere für das Einüben und Verfestigen von Analysefähigkeiten, die interaktive Wissensvermittlung und die praxisorientierte Förderung spezifischer germanistischer Kompetenzen – werden in der gemeinsamen Diskussion entwickelt; die Diskursivierung des Wissens ist ein zentraler performativer Bestandteil der Lehrveranstaltung. Da sich die Lehrveranstaltung als Spezialveranstaltung versteht, sind die Inhalte untrennbar an die Person des Lehrenden gebunden; es ist daher nicht möglich, den Besuch der Lehrveranstaltung durch Selbststudium zu kompensieren.	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Karin Rädle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Karin Rädle
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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Klausur (60-70 Min.) oder Portfolio (3 schriftliche Aufgaben) in einem Gesamtumfang von ca. 10 Seiten. Art und Umfang der Prüfung sind abhängig vom konkreten didaktischen Charakter der von der bzw. dem Studierenden gewählten Lehrveranstaltung und werden am Beginn der Vorlesungszeit bekanntgeben.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (bestanden/nicht bestanden)
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**	Informationen zu Literaturhinweisen werden in den Lehrveranstaltungen des Moduls zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 77403	**Vertiefungsmodul Linguistik 1 (Ling VM-1)** Advanced module Linguistics 1 (Ling VM-1)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ling VM-Hauptseminar: Wortbildung (in Nürnberg, nur für LA GS, MS, RS, Berufl. Schulen; Rädle, Fr) (2 SWS) Hauptseminar: Ling VM-Hauptseminar: Topologie Hauptseminar: Ling VM-Hauptseminar: Die Erlanger Hugenotten: Geschichte, Sprache, Kultur (in Erlangen, nur für BA, LA Gym und LA Berufliche Schulen) (2 SWS) Hauptseminar: Was ist eigentlich mittelalterliches Deutsch? (Kragl / Schallert) (2 SWS)	- - - 7 ECTS
3	Lehrende	Dr. Karin Rädle Dr. Jussara Paranhos Zitterbart Joachim Peters Prof. Dr. Florian Kragl Prof. Dr. Oliver Schallert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mechthild Habermann
5	**Inhalt**	Das Hauptseminar behandelt ein spezielles, weiterführendes Thema insbesondere aus den Bereichen Beschreibung und Analyse der Gegenwartssprache, historischer Sprachstufen und sprachlicher Varietäten einschließlich Lernersprachen, aus den Bereichen Sprachwandel, Sozio- und Pragmalinguistik sowie aus dem Bereich der Beschreibung und Analyse des Sprachgebrauchs im Hinblick auf Grammatik, Semantik, Lexikon, Text und Diskurs. 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 • werden an forschungsorientiertes Arbeiten herangeführt • erschließen Forschungsliteratur sowie fachspezifische Forschungsressourcen und reflektieren sie kritisch, bearbeiten relevante Datenausschnitte und stellen Anwendungsbezüge her • analysieren und beschreiben sprachliche Erscheinungen themenbezogen • erwerben Beschreibungs- und Erklärungskompetenzen für die Erfassung sprachlicher Varianten, ihrer soziokulturellen Bedingtheiten in Geschichte und Gegenwart und ihrer Variation im Rahmen von Spracherwerbsprozessen • erwerben grundlegende methodische Kompetenzen im Umgang mit Sprachkorpora.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule des Teilbereichs
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat und Hausarbeit Referat (10-40 Min.) und Hausarbeit (ca. 15-20 S.) (25 % + 75 %)
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat und Hausarbeit (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**	Informationen zu Literaturhinweisen werden in den Lehrveranstaltungen des Moduls zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 77433	**Vertiefungsmodul Linguistik 2 (Ling VM-2)** Advanced module Linguistics 2 (Ling VM-2)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kolleg: Ling VM-Kolleg: Texte – linguistisch betrachtet (Erlangen, Präsenz, geöffnet für alle Studiengänge) (2 SWS) Kolleg: Ling VM-Kolleg: Texte – linguistisch betrachtet (Nürnberg, Zoom, nur für LA GS, MS, RS, Berufl. Schulen) (2 SWS) Kolleg: Ling VM-Kolleg: Die germanischen Sprachen (in Erlangen, geöffnet für alle Studiengänge; Schallert, Mo) (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. Mechthild Habermann Prof. Dr. Oliver Schallert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eva Breindl-Hiller
5	**Inhalt**	Vermittlung von vertieften Kenntnissen im Bereich der gegenwartsbezogenen und historischen Sprachbeschreibung, Sprachanalyse und geeigneter methodischer Zugänge, z. B. • Grammatik des Deutschen (Graphematik, Morphologie, Syntax, Textlinguistik), Semantik und Lexikon, auch unter der Perspektive des Deutschen als Fremdsprache • Diskussion themenbezogener theoretischer Konzepte • Darstellung von Sprache in ihrer sozialen, räumlichen, situationsbezogenen und historischen Dimension • Beschreibung und Analyse von Sprache im Rahmen des Spracherwerbs • 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. 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“ • 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 • gewinnen Vertrautheit in der Anwendung linguistischer Methoden und • erwerben eine vertiefte Analysekompetenz durch eigenständige Auseinandersetzung mit themenbezogenen wissenschaftlichen Fragestellungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: alle Basismodule und Aufbaumodule des Teilbereichs
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Germanistische Linguistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Unbenotete mündliche Prüfung (10-15 Min.) oder unbenotete Präsentation (15-30 Min.). Art und Umfang der Prüfung sind abhängig vom konkreten didaktischen Charakter der von der bzw. dem Studierenden gewählten Lehrveranstaltung und werden am Beginn der Vorlesungszeit bekanntgeben.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (bestanden/nicht bestanden)
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**	Informationen zu Literaturhinweisen werden in den Lehrveranstaltungen des Moduls zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 73915	**Basis I – Kunstpraxis für BA Kunstpädagogik Nebenfach** Design I	**9 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Kunstpraxis Fläche (Basis): Zeichnen (Nebenfach) - Dechant (2 SWS, SoSe 2025) Seminar: Kunstpraxis Fläche (Basis): Zeichnen (Nebenfach) - Kalb (2 SWS, SoSe 2025) Seminar: Kunstpraxis Fläche (Basis): Zeichnen (Nebenfach) - Scholter (2 SWS, SoSe 2025) Seminar: Ästhetische Spielformen - Dechant (2 SWS, SoSe 2025) Zur Entwicklung bildnerischer Fähigkeiten bedarf es eines kontinuierlichen Austauschs unter Lehrenden und Studierenden. Für eine qualitativ hochwertige Lehre sind die Seminare in der Kunstpraxis auf die Infrastruktur in den Ateliers und Werkstätten angewiesen. Aus diesen Gründen besteht in den Lehrveranstaltungen dieses Moduls Anwesenheitspflicht.	- - - -
3	Lehrende	Marius Dechant Barbara Kalb Dr. Christoph-Maria Scholter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Marius Dechant
5	**Inhalt**	Die Studierenden erweitern ihre künstlerisch-praktischen Fähigkeitein in den folgenden Bereichen: 1) Fläche 2) Raum 3) Medien/Szenisches Spiel Es ist eine Veranstaltung aus dem Seminarangebot für jeden der genannten Bereiche zu besuchen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden… **Fachkompetenzen** • können in den drei Gestaltungsbereichen eigene Gestaltungsvorhaben selbstständig entwickeln und vielfältig umsetzen. • verfügen über ein erweitertes Wissen gestalterisch-bildnerischer Verfahren und künstlerischer Strategien und können diese zielgerichtet im eigenen Gestaltungsprozess anwenden. **Methodenkompetenzen** • entwickeln eigene Gestaltungsideen und können diese im Kontext ästhetisch-künstlerischer Komplexität reflektieren

		sowie weiterentwickeln (u.a. Ästhetik vs. Dekorativität/Kitsch, personale, soziale und historische Bezüge). • können die eigenen Gestaltungsprozesse hinsichtlich fachlicher Grundlagen reflektieren und weiterentwickeln. • können in Entwurfszeichnungen, Skizzen und Bozetti Themen und Motive für eigene Gestaltungsvorhaben entwickeln und nutzen dazu digitale und/oder analoge Verfahren. **Personal- und Sozialkompetenzen** • können eigene Arbeiten reflektieren und hinsichtlich des jeweiligen Bereichs anhand von Qualitätskriterien beurteilen. • können fachliches Feedback konstruktiv formulieren und sich in Arbeits- und Werkgesprächen einbringen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Teilnahme erfordert das erfolgreich bestandene Modul „Basis I: Grundlagen des Gestaltens“.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Kunstpädagogik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Künstlerische Arbeiten **Studienleistungen** Die Studienleistungen werden in den Seminaren zu Beginn der Veranstaltung kommuniziert. **Prüfungsleistung:** Künstlerisches Leistungsportfolio in Form einer Dokumentationsmappe in Bild und Text Das künstlerische Leistungsportfolio beinhaltet (a) ein Portfolio in Bild und Text, sowie (b) ca. 20 Arbeiten aus den Gestaltungsbereichen des Moduls: (1) Fläche (2) Raum (3) Medien/Szenisches Spiel. Die Arbeiten sollten sich gleichmäßig auf die drei Geltungsbereiche verteilen. **Was muss in das Portfolio?** Für jede eingereichte Arbeit ist ein Foto (in guter Qualität) zu erstellen. Je Arbeit bedarf es zudem eines kurzen Begleittextes (2-4 Sätze) mit Hinweisen zum Entstehungshintergrund (Seminartitel, Präsenz- oder Selbststudium) sowie zum Material und zur Technik. Dem analogen Portfolio mit einen Umfang von ca. 5-10 Seiten legen sie eine Eigenständigkeitserklärung und eine Kopie Ihrer Kunstkarte bei. Das geheftete Portfolio verbleibt zur Archivierung am Lehrstuhl. **Wie soll die Mappe aussehen?**

		• Alle Arbeiten müssen im Kontext des Moduls im Präsenz- und/ oder Selbststudium entstanden sein. • Eine Arbeit kann eine Einzelarbeit aber auch eine Serie von Skizzen/kleineren Arbeiten darstellen. Ein Skizzenbuch zählt als eine Arbeit. • Jede Arbeit ist eigenständig in der Mappe zu präsentieren. • Im flächigen Gestalten sind die Originalarbeiten einzureichen. • Im medialen Gestalten/szenisches Spiel sind die Arbeiten auf USB-Stick abzuspeichern oder als Ausdruck mit QR-Code/Link zur Datei beizulegen. • Im dreidimensionalen Gestalten sind Fotografien in hoher Qualität einzureichen. Es werden nur Mappen angenommen, deren Originalarbeiten mit Namen und Datum versehen sind. **Abgabe und Abgabefrist** Die Studierenden vereinbaren zur Abgabe, Bewertung und Besprechung des künstlerischen Leistungsportfolios einen Termin mit der modulverantwortenden Person. ~~Die Prüfungsleistung muss spätestens bis zum **28.02.2025** erfolgen.~~ **Bewertung/Benotung** Das Modul ist unbenotet. Die Besprechung dient dem formativen Assessment und als Orientierung in der Mitte des Studiums.
11	**Berechnung der Modulnote**	Künstlerische Arbeiten (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**	2 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Literatur wird in den Lehrveranstaltungen bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 44050	**Optimierung für Ingenieure** Optimisation for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Optimization for Engineers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Hild	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur 5 ECTS: Written exam (60 minutes) 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	Vorlesung mit Übung: Optimization for Engineers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Johannes Hild	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Übungsleistung 5 ECTS: Written exam (60 minutes) 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 (5 weeks in the second half of summer term). Both parts can be done independently from each other.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 48071	**Introduction to Statistics and Statistical Programming** Introduction to statistics and statistical programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Statistics and Statistical Programming (2 SWS) Übung: Computer lab classes "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) Übung: Problem session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) Tutorium: Review session "Introduction to Statistics and Statistical Programming" (1 SWS) Review session: participation voluntary	2 ECTS 1 ECTS 2 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Christophorus Richard	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Examination: written exam 90 min

		Exercise performance: weekly homework (approx. 4 tasks per week)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 64620	**Numerik I für Ingenieure** Numerics for engineers I	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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	Übung: Num2U (2 SWS) Übung: Übungen zur Numerik II für Ingenieure (2 SWS) Vorlesung: Numerik II für Ingenieure (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Dr. Michael Fried	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65070	**Einführung in die Darstellungstheorie** Introduction to representation theory	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Darstellungstheorie (4 SWS) Übung: Tafelübung Einführung in die Darstellungstheorie (2 SWS) Übung: Tafelübung zu Einführung in die Darstellungstheorie (2 SWS) Übung: Übungen zu Einführung in die Darstellungstheorie (2 SWS)	7 ECTS 2 ECTS 2 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Fiebig	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	• Darstellungen endlicher Gruppen • Module über Ringen • Halbeinfache Ringe • Kategorien und Funktoren • 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 erläutern die grundlegenden Begriffe der Darstellungstheorie anhand beispielhaft ausgewählter Kapitel und erkennen und erklären deren Zusammenhänge; • ordnen Methoden aus der Algebra in einen übergreifenden Kontext ein und wenden diese an; • analysieren und bewerten algebraische Strukturen und erkennen Zusammenhänge; • klassifizieren und lösen selbstständig algebraische Probleme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Modul Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung mündlich (20 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 195 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C. Meusburger, Vorlesungsskript "Einführung in die Darstellungstheorie" • S. Sternberg, "Group Theory and Physics", CUP 1994 • M. Artin, "Algebra", Pearson, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 65080	**Topologie** Topology	**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. 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) 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
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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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

1	**Modulbezeichnung** 65100	**Gewöhnliche Differentialgleichungen** Ordinary differential equations	**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. Hermann Schulz-Baldes
5	**Inhalt**	Grundlagen zu folgenden Themen: • Typen von Differentialgleichungen und elementare Lösungsmethoden • Existenz-, Eindeutigkeits- und Stetigkeitssätze für das Anfangswertproblem • Differentialungleichungen (Lemma von Gronwall) • Fortsetzung von Lösungen • lineare und gestörte lineare Systeme • autonome Systeme und Flüsse • Stabilität • Randwertprobleme 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 • lösen einfache, insbesondere autonome lineare Differentialgleichungen selbständig • erklären und prüfen qualitative Eigenschaften wie Stabilität • wenden die relevanten Lösungsmethoden selbstständig an • klassifizieren konkrete Probleme und setzen theoretische Modelle zur Behandlung ein • überführen die Prinzipien in allgemeineren oder auch einfacheren Kontext
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Analysis 1 und 2
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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. Amann: Gewöhnliche Differentialgleichungen. de Gruyter • V.I. Arnol'd: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer • H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner • W. Walter: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Springer

1	**Modulbezeichnung** 65110	**Funktionalanalysis** Functional analysis	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionalanalysis I (4 SWS) Übung: Übung zur Funktionalanalysis I (2 SWS)	10 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Carsten Gräser	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten) Übungsleistung Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 65150	**Nichtlineare Optimierung** Nonlinear optimisation	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 65161	**Lineare und Kombinatorische Optimierung** Linear and combinatorial optimisation	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65175	**Robuste Optimierung 1** Robust optimization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 1 (2 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Florian Rösel Martina Kuchlbauer Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 65210	**Einführung in die Numerik** Introduction to numerics	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten) Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 65231	**Diskretisierung und numerische Optimierung** Discretisation and numerical optimisation	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (4 SWS) Übung: Übungen zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Diskretisierung und numerische Optimierung (Querschnittmodul) (2 SWS) Übung: Programmier-Kurs zur Diskretisierung und Numerischen Optimierung (2 SWS)	7 ECTS 2 ECTS 1 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Daniel Tenbrinck	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Eberhard Bänsch
5	**Inhalt**	Teil 1: Diskretisierung Ein- und Mehrschrittverfahren für Anfangswertaufgaben gewöhnlicher Differentialgleichungen: • explizite und implizite Runge-Kutta-Verfahren, BDF, Extrapolation • asymptotische Stabilität (Nullstabilität), Konsistenz, Konvergenz • Steifheit und Stabilität bei fester Schrittweite • Schrittweiten- und Ordnungsadaptivität • Randwertaufgaben für gewöhnliche Differentialgleichungen • Einführung in Finite-Element-Verfahren Teil 2: Unrestringierte Optimierung • Abstiegsverfahren • CG-Verfahren (mit Vorkonditionierung, CG-Newton) • Quadratische Optimierungsprobleme • Penalty- und Barriereverfahren 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 zu Problemen, die mittels gewöhnlicher Differentialgleichungen beschriebenen werden können oder von unrestringierten, endlichdimensionalen Optimierungsproblemen herkommen, und erklären und bewerten diese; • urteilen 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: Differenzenverfahren für Anfangs- und Randwertaufgaben, Finite-Element-Verfahren für 2-Punkt-Randwertaufgaben

		• übertragen die erlangten Fachkompetenzen auf die Behandlung partieller Differentialgleichungen, Abstiegs- und CG-Verfahren bis zum Barriereverfahren; • sammeln und bewerten relevante Informationen und erkennen Zusammenhänge.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Analysis • Lineare Algebra • Programmierung • Einführung Numerik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• P. Deuflhard und F. Bornemann: Numerische Mathematik II; de Gruyter, Berlin 2002 • J. Stoer und R. Bulirsch: Numerische Mathematik II; Springer, Berlin, 2005 • K. Strehmel und R. Weiner: Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen; Teubner, Stuttgart 1995 • A. Quarteroni, R. Sacco und F. Saleri: Numerische Mathematik I, II; Springer, Berlin 2002 • Vorlesungsskriptum auf der Homepage des Bereichs Modellierung, Simulation und Optimierung des Departments Mathematik (laufend aktualisiert)

1	**Modulbezeichnung** 65254	**Mathematische Modellierung Theorie** Mathematical modelling theory	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65255	**Mathematische Modellierung Praxis** Mathematical modelling practical	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit+Vortrag
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit+Vortrag (bestanden/nicht bestanden)
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** 65311	**Algebra**	**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. Peter Fiebig
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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 120 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
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** 65351	**Funktionentheorie I** Complex analysis I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Funktionentheorie (2 SWS) Übung: Übungen zur Funktionentheorie I (2 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lea Boßmann	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung Dauer Klausur: 90 min Übungsleistung: wöchentliche Hausaufgaben (ca 4 Aufgaben pro Woche)
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** 65580	**Elementare Zahlentheorie** Elementary number theory	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 65621	**Geometrie** Geometry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Geometrie (2 SWS) Übung: Übungen zur Geometrie (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Timm Oertel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Fiebig
5	**Inhalt**	Dieses Modul wird mit wechselnden Schwerpunkten angeboten: • Euklidische, hyperbolische, sphärische und projektive Geometrie (Symmetriegruppen geometrischer Strukturen, Invarianten, Geodäten, Dreiecke, Krümmung) • Elementare Differentialgeometrie: Kurventheorie (ebene Kurven, Raumkurven), Flächentheorie (Fundamentalformen, Krümmung, Integration, spezielle Klassen, Riemannsche Metriken) • Algebraische Geometrie: Kommutative Algebra, Nullstellensatz, Affine Varietäten, Projektive Varietäten, Normalisierung, Singularitäten, Algebraische Gruppen 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 • wenden Methoden einer der Vertiefungsrichtungen der Geometrie an; • analysieren konkrete Beispiele systematisch und behandeln diese im Rahmen der allgemeinen Theorie.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Die Module der Linearen Algebra, Analysis und Algebra
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit Übungsleistung (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**	Bekanntgabe in der Vorlesung

1	**Modulbezeichnung** 65917	**Discrete optimization I**	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65918	**Robust optimization II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 2 (2 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 2 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Michael Hartisch	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65923	**Optimization in industry and economy**	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65933	**Discrete optimization II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Discrete Optimization II (2 SWS) Übung: Übung Diskrete Optimierung II (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Timm Oertel	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 65972	**Algebraische Kurven** Algebraic curves	**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**	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	• Grundbegriffe der Algebraischen Geometrie • Nichtsinguläre Kurven • Divisoren • Differentialformen • Satz von Riemann-Roch • Kurven vom Geschlecht 1 • Rationale Abbildungen zwischen Kurven • Hyperelliptische Kurven • Anwendungen in Kryptographie und Zahlentheorie 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 und verwenden grundlegende Begriffe aus der Theorie der algebraischen Kurven, • setzen geeignete Software ein um praktisch mit algebraischen Kurven umzugehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	solide Grundkenntnisse der Algebra und Körpertheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 Min.
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** 65979	**Kryptographie I** Cryptography I	**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**	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
5	**Inhalt**	• Einführung in die Kryptographie • Klassische Chiffrierverfahren • Grundeigenschaften der Ringe Z und Z/nZ • Primzahltests • Public-Key-Kryptosysteme RSA • Die Pollard-rho-Methode zur Faktorisierung • Kryptographische Anwendungen diskreter Logarithmen • Kryptographische Hashfunktionen • Digitale Signaturen • Methoden zur Berechnung diskreter Logarithmen • Enigma 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 wichtige kryptographische Verfahren und wenden diese praktisch an • nützen Software wie Maple, Python3 oder Sage zur Ver- und Entschlüsselung sowie zur Kryptoanalyse • erläutern wichtige zahlentheoretische Algorithmen, ihre theoretischen Hintergründe und ihre Funktion bei der Konstruktion von Public-Key-Kryptosystemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: • Grundkenntnisse aus den Modulen Analysis I und Lineare Algebra I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
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 • J. Buchmann: Einführung in die Kryptographie • J. Hoffstein, J. Pipher, J. H. Silvermann: An Introduction to Mathematical Cryptography

1	**Modulbezeichnung** 65980	**Kryptographie II** Cryptography II	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kryptographie II (6 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Wolfgang Ruppert
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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer der mündlichen Prüfung: 20 min
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** 65991	**Operations Research 2** Operations research 2	**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. 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. Zum Vorlesungsumfang gehört auch das Simplexverfahren für lineare Programme und das Studium algorithmischer Grundprinzipien wie Sortieren, Greedy, Tiefen- und Breitensuche sowie Heuristiken.
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**	Mathematik Pflichtkurse aus dem Bachelorprogramm
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Mathematik Bachelor of Science Informatik 20092
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: 45 h Eigenstudium: 105 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** 407487	**Numerical Aspects of Linear and Integer Programming** Numerical aspects of linear and integer 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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 44200	**Computational Neurotechnology / Numerische Neurotechnologie** Computational neurotechnology / Numerical neurotechnology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Computational Neurotechnology	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Tobias Reichenbach	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Written exam (60 minutes)
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**	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** 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	Vorlesung: Interfacing the Neuromuscular system: Applications for Human/Machine Interfaces and Neurophysiology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Charlotte Rohleder 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; 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Written examination (60 min.)
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**	
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** 22101	**Biometrie und Epidemiologie** Biometrics and epidemiology	**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. 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 • Statistische 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**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) 21011 - Klausur, 90 min, MC-Fragen
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) 100 % Klausurnote

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** 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, SoSe 2025)	-
3	Lehrende	Dr. Jana Dahlmanns Prof. Dr. Christian Alzheimer Prof. Dr. Peter Soba	

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**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092
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** 22850	**Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1** Medical knowledge processing 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. med. Lorenz Kapsner Philipp Unberath Prof. Dr. med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Dennis Toddenroth
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 22910	**Informationssysteme im Gesundheitswesen**	**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. med. Thomas Ganslandt
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Prof. Dr. Wolfgang Uter PD Dr. Heiko Gaßner Prof. Dr. Oliver Amft PD Dr. Meik Kunz 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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** 75290	**Einführung in die Philosophie** Introduction to philosophy	**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. 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 • Einführung in den Umgang und das Analysieren philosophischer Texte
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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung ca. 15 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (bestanden/nicht bestanden)
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**	Literaturhinweise erhalten Sie in der Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 75330	**Basismodul Philosophie** Basic module: Philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Platon: Menon (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie Nelson Goodmans (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Wissenschaftsphilosophie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Angewandte Ethik (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Kant, Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (3 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Mill, Utilitarianism (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie des Pragmatismus - J. Dewey, W. James u.a. (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Ethics and Ethical Theory in an Indian Context (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Logik für Fortgeschrittene (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Gleichheit und Gleichverteilung (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Gleichheit und Gleichverteilung" (2 SWS) Seminar: Was ist eine wissenschaftliche Tatsache? Über Fakten Seminar: 'Erkenntnis durch Widerspruch' - Über Dissens und Konsens in den Wissenschaften (2 SWS) Seminar: 'Wissen in Gemeinschaft' - Eine Einführung in die Soziale Erkenntnistheorie Seminar: Was ist keine wissenschaftliche Tatsache? Über Wissenschaftsleugnung	- - - - - - - - - - - 5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Ernst Dr. Hannes Worthmann Dr. Michael Jungert Dr. Norbert Walz Prof. Dr. Nico Scarano Dr. Stefan Brandt Dr. Thomas Grethlein Prof. Ratugamage Asha Nimali Fernando apl. Prof. Dr. Peter Bernhard Konstantin Weber Dr. Sebastian Schuol Dr. Jon Leefmann	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation/Hausarbeit Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten). Die konkrete Prüfungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhaṅgig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
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**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75310	**Grundkurs Praktische Philosophie** Basic course: Practical philosophy	**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. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Kurze mündliche Präsentation und Essay (ca. 5 Min. und 5 Seiten) sowie Übungsaufgaben (4-6 Übungsblätter mit Multiple-Choice Fragen).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (bestanden/nicht bestanden)
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**	Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75320	**Grundkurs Theoretische Philosophie** Basic course: Theoretical philosophy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar: Grundkurs Theoretische Philosophie, Gruppe 1 (2 SWS) Proseminar: Grundkurs Theoretische Philosophie, Gruppe 2 (2 SWS) Proseminar: Tutorium (1) Grundkurs Theoretische Philosophie (2 SWS) Proseminar: Tutorium (2) Grundkurs Theoretische Philosophie (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dorothea Debus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dorothea Debus
5	**Inhalt**	• Vermittlung von Grundkenntnissen in der Erkenntnistheorie, Metaphysik, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie • Einführung in Grundbegriffe der verschiedenen Bereiche der theoretischen Philosophie • Einführung in unterschiedliche system
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben einen Überblick über die verschiedenen Teilbereiche der theoretischen Philosophie, wie Metaphysik, Erkenntnistheorie, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie • erwerben Grundkenntnisse über die philosophiegeschichtliche Entwicklung der verschiedenen Teilbereiche der theoretischen Philosophie • werden in den systematischen Umgang mit und die Analyse von zentralen historischen und zeitgenössischen Texten der Erkenntnistheorie, Metaphysik, Philosophie des Geistes und Sprachphilosophie eingeführt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Kurze mündliche Präsentation und Essay (ca. 5 Minuten und 5 Seiten), sowie Übungsaufgaben (4-6 Übungsblätter mit Multiple Choice Fragen).
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (bestanden/nicht bestanden)
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**	Literaturhinweise werden in der Lehrveranstaltung gegeben

1	**Modulbezeichnung** 75340	**Basismodul Praktische Philosophie** Basic module: Practical philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Platon: Menon (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie Nelson Goodmans (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Angewandte Ethik (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Kant, Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (3 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Mill, Utilitarianism (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie des Pragmatismus - J. Dewey, W. James u.a. (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Ethics and Ethical Theory in an Indian Context (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Gleichheit und Gleichverteilung (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Übung zu "Gleichheit und Gleichverteilung" (2 SWS)	- - - - - - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Ernst Dr. Hannes Worthmann Dr. Norbert Walz Prof. Dr. Nico Scarano Dr. Stefan Brandt Dr. Thomas Grethlein Prof. Ratugamage Asha Nimali Fernando Konstantin Weber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Erasmus Mayr Prof. Dr. Nico Scarano
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens des betreffenden Teilgebiets der praktischen Philosophie • Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der Geschichte
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 • erlernen die Fähigkeit zentrale Texte der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und des Grundkurses praktische Philosophie wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten). Die konkrete Prufungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhängig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (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**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 75350	**Basismodul Theoretische Philosophie** Basic module: Theoretical philosophy	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Proseminar / Mittelseminar: Platon: Menon (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie Nelson Goodmans (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Einführung in die Wissenschaftsphilosophie (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Die Philosophie des Pragmatismus - J. Dewey, W. James u.a. (2 SWS) Proseminar / Mittelseminar: Logik für Fortgeschrittene (2 SWS) Seminar: 'Erkenntnis durch Widerspruch' - Über Dissens und Konsens in den Wissenschaften (2 SWS) Seminar: 'Wissen in Gemeinschaft' - Eine Einführung in die Soziale Erkenntnistheorie Seminar: Was ist eine wissenschaftliche Tatsache? Über Fakten Seminar: Was ist keine wissenschaftliche Tatsache? Über Wissenschaftsleugnung	- - - - - 5 ECTS 5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Ernst Dr. Hannes Worthmann Dr. Michael Jungert Dr. Thomas Grethlein apl. Prof. Dr. Peter Bernhard Dr. Jon Leefmann Dr. Sebastian Schuol	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dorothea Debus
5	**Inhalt**	• Erwerb fundierten Grundlagenwissens des betreffenden Teilgebiets der theoretischen Philosophie • Weiterführende systematische Auseinandersetzung mit den für das Teilgebiet zentralen Begriffen • Genaue Diskussion verschiedener in der Geschich
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • machen sich durch die Diskussion der Grundlagen und Grundfragen des jeweiligen Teilbereichs eingehend mit diesen 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 • erlernen die Fähigkeit zentrale Texte der Philosophiegeschichte systematisch zu interpretieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorherige Absolvierung der Propädeutiken und des Grundkurses theoretische Philosophie wird empfohlen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Philosophie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation (ca. 20 min) mit Hausarbeit (ca. 12 Seiten) oder Präsentation mit 3 Essays (je ca. 4 Seiten). Die konkrete Prufungsform wird abhängig vom didaktischen Konzept der konkreten Lehrveranstaltung von der bzw. dem Lehrenden festgelegt und ist abhängig von der Wahl der konkreten Lehrveranstaltung durch die Studierende bzw. den Studierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (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**	Literaturhinweise werden in den Lehrveranstaltungen gegeben

1	**Modulbezeichnung** 76003	**Modernes Chinesisch 1** Modern Chinese 1	**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. Andrea Bréard
5	**Inhalt**	Einführung in die chinesische Sprache und Schrift, wobei ein besonderer Akzent auf den aktiven Schrifterwerb von Langzeichen 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 300 Schriftzeichen 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Chinesisch Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Das Material zum Kurs wird in der ersten Stunde vom jeweiligen Dozenten festgesetzt.

1	**Modulbezeichnung** 76012	**Modernes Chinesisch 2** Module 2: Modern Chinese 2	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: BA-2 Modernes Chinesisch 2 (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Yang Cui Jingjing Zhang Dehong Meng	

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. • …erwerben ein Verständnis für die Unterschiede und Gemeinsamkeiten in Sprache und Alltagsleben zwischen der Volksrepublik China und Taiwan.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Sinologie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (10 Minuten) Klausur (120 Minuten) Klausur (120 Min.) und mündliche Prüfung (10 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (30%) Klausur (70%) • Abschlussklausur: 70% • Mündliche Prüfung: 30%
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**	Chinesisch Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Das Material zum Kurs wird in der ersten Stunde vom jeweiligen Dozenten festgesetzt.

1	**Modulbezeichnung** 74830	**Betriebswirtschaftslehre II** Business administration II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung 1 BWL II (1 SWS) Übung: Übung 2 BWL II (1 SWS) Übung: Übung 3 BWL II (1 SWS) Übung: Übung 4 BWL II (1 SWS) Übung: Übung 5 BWL II (1 SWS) Seminar: Abschlussarbeiten-Seminar Betriebswirtschaftslehre (1 SWS) Vorlesung: Betriebswirtschaftslehre II (4 SWS)	- - - - - - 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klare Lana Rauf 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 74840	**Mikroökonomie** Microeconomics	**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. Keine Anwesenheitspflicht. **Arbeitsaufwand** • Vorlesung: 30 Stunden • Übung: 15 Stunden • Literaturstudium: 65 Stunden • Übungsaufgaben: 30 Stunden • Vorbereitung Klausur: 10 Stunden	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Alina Imping
5	**Inhalt**	**Inhalt und Qualifikationsziel** Die Vorlesung vertieft den mikroökonomischen Stoff der Vorlesung Einführung in die Volkswirtschaftslehre und ergänzt ihn durch zusätzliche Aspekte wie spieltheoretische Erklärungsansätze von Kooperation und Konflikt, Entscheidung bei Unsicherheit, allgemeines Gleichgewicht und asymmetrische Informationen. Ziel der Vorlesung ist vor allem, das methodische Rüstzeug zu vermitteln, das zur Analyse mikroökonomischer Phänomene benötigt wird. Themen: 1) Individuelle Nachfrage und Marktnachfrage 2) Entscheidungen bei Unsicherheit 3) Produktion 4) Kosten der Produktion 5) Gewinnmaximierung und Wettbewerbsangebot 6) Monopol 7) Oligopol 8) Spieltheorie und Wettbewerbsstrategie 9) Märkte für Produktionsfaktoren 10) Märkte mit asymmetrischer Information 11) Allgemeines Gleichgewicht und ökonomische Effizienz
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Voraussetzungen für die Teilnahme** Die Kenntnisse des Moduls „Einführung in die Volkswirtschaftslehre“ werden vorausgesetzt.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Bachelor of Science Informatik 20092 Verwendbarkeit des Moduls B.A. Ökonomie, Lehramt Gymnasium, B.Sc. Wirtschaftsmathematik, B.Sc. Mathematik (Nebenfach Volkswirtschaftslehre), B.Sc. Physische Geographie (Nebenfach Ökonomie), B.A. Kulturgeographie (1-Fach) (Nebenfach Ökonomie), B.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften), M.Sc. Psychologie (Nebenfach Ökonomie/ Wirtschaftswissenschaften)
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Voraussetzungen für die Vergabe von Leistungspunkten • 4-5 Computerbasierte Tests; das Bestehen der computerbasierten Tests (mindestens 50 % der insgesamt möglichen Punktzahl) ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Klausur. (nur für Studierende mit Studienbeginn bis Wintersemester 2018/19) • Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Leistungspunkte und Noten • 5 ECTS Punkte • Bewertet: ja (Drittelnoten) • Gewichtung der Prüfungsleistungen in der Benotung: Klausur 100 Prozent, Computerbasierte Tests 0 Prozent
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
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**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 74860	**Betriebliches Rechnungswesen I** Cost accounting I	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 74870	**Sozialpolitik** Social policy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Sozialpolitik (2 SWS) Übung: Übung 1 Sozialpolitik (1 SWS) Übung: Übung 2 Sozialpolitik (1 SWS) Übung: Übung 3 Sozialpolitik (1 SWS)	5 ECTS 0 ECTS 0 ECTS 0 ECTS
3	Lehrende	Andreas Link Xhezaira Guleksi	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 75060	**Monetäre Ökonomik** Monetary economics	**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 Ökonomie Bachelor of Science Informatik 20092
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** 82070	**Makroökonomie** Macroeconomics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Makroökonomie (2 SWS) Übung: Übung zur Makroökonomie Übung: Übungen zu Makroökonomie ERLANGEN (2 SWS)	2,5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Claus Schnabel André Rieder Jan Weikl Nathalie Gößner Dr. Lisa Rogge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Christian Merkl Prof. Dr. Claus Schnabel
5	**Inhalt**	• Fragestellungen der Makroökonomie • Grundzüge der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen • Entstehung, Verwendung und Verteilung des BIP • Geld und Inflation • Die offene Volkswirtschaft • Wirtschaftswachstum • Langfristiges Gleichgewicht vs. kurzfristige Schwankungen • Gesamtwirtschaftliche Nachfrage • Zusammenwirken von Gesamtangebot und -nachfrage • Von der makroökonomischen Theorie zur Politik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen, Begrifflichkeit und wirtschaftspolitische Relevanz der Makroökonomie. • verstehen und erklären gesamtwirtschaftliche Prozesse und Phänomene anhand der Arbeitsmaterialien. • können ein einfaches Modell des langfristigen makroökonomischen Gleichgewichts handhaben und darin die Ursachen von Konjunkturschwankungen und die Wirkungsweise von Geld- und Fiskalpolitik abbilden. • beherrschen ein Modell des langfristigen gleichgewichtigen Wirtschaftswachstums und können die wesentlichen Einflussfaktoren des Wachstums identifizieren. • können die vorgestellten Theorien kritisch reflektieren. • sind in der Lage, gesamtwirtschaftliche Entwicklungen einzuschätzen, wirtschaftspolitische Maßnahmen kritisch zu hinterfragen und Handlungsempfehlungen abzugeben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Lehrbuch: Makroökonomie, N. Gregory Mankiw, 7. Aufl. 2017

1	**Modulbezeichnung** 38051	**International Business Ethics I** International business ethics I	**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. Matthias Fifka Milena Störmer
5	**Inhalt**	After the financial crisis and recent corporate scandals at Wirecard, Volkswagen, Sanlu, Deutsche Bank, and many others, the call for ethical management of businesses, especially multinational corporations, has increased dramatically. In this course, we will look at the broad area of business ethics. As a theoretical foundation, ethical theories will be considered and concepts such as sustainability, corporate social responsibility (CSR), and corporate citizenship (CC) will be analyzed. Moreover, in the age of globalization, climate change, and grand challenges such as the coronavirus SARS-CoV-2 pandemic, business increasingly takes place in an environment where political and cultural boundaries that challenge corporate values are constantly crossed. Businesses are constantly confronted with issues such as environmental depletion, poverty, child labor, bribery and corruption, ethnic and religious discrimination, censorship and privacy issues, fair trade, and consumer boycotts, to mention a few. Thus, we will address, e.g., the challenges that organizations are confronted with when trying to do business ethically, what it takes to be a good corporate citizen, and how companies can deal with stakeholder demands.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students acquire basic knowledge of ethics and business ethics. They are made familiar and learn how to address the challenges that organizations face when trying to do business ethically, be a good corporate citizen, and deal with stakeholder demands. In this lecture, students will: • acquire basic knowledge in ethics and business ethics; • understand important ethical theories and apply them to practical examples; • understand important concepts such as corporate social responsibility and sustainability;

		• learn how to address the challenges that organizations are confronted with when trying to do business ethically; • critically reflect what it takes to be a good corporate citizen; • develop strategies to deal with stakeholder demands; • learn how to implement corporate governance in an organization.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Ökonomie Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Written Examination (60 minutes).
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Written exam (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**	• Austin, J.; Stevenson, H. & Wei- Skillern, J. (2006) “Social and commercial entrepreneurship: same, different, or both?” Entrepreneurship, Theory and Practice, 30 (1): 1-22. • Crane A. & Matten, D. (2019) “Business ethics: Managing Corporate Citizenship and Sustainability in the Age of Globalization”, 5th Edition, Oxford University Press: Oxford. • Enderle, G. (2000) “Business Ethics in the Intercultural and Global Context: A conceptual framework”, Zeitschrift für Wirtschafts- und Unternehmensethik / Journal for Business, Economics & Ethics, 1(3): 263-285. • Fifka, M. & Loza Adaui, C. (2015) “Managing stakeholders for the sake of business and society”, in O’Riordan, L.; Zmuda, P & Heinemann, S. (Eds.) New Perspectives on Corporate Social Responsibility. Locating the Missing Link, Springer Gabler: Wiesbaden, pp. 71-88. • Friedman, M. (1970) “The Social Responsibility of Business Is to Increase Its Profits.” The New York Times Magazine. • Garriga, E. and Melé, D. (2004) “Corporate Social Responsibility Theories: Mapping the Territory”, Journal of Business Ethics, 53: 51-71 • Grant, C. (1991) “Friedman fallacies”, Journal of Business Ethics, 10: 907-914.

		• Melé, D. (2020) “Business ethics in action: Managing human excellence in organizations”, 2nd Edition, Red Globe Press: London. • Trevino, L.K. and Brown, M.E. (2004) “Managing to be Ethical: Debunking Five Business Ethics Myths”, Academy of Management Executive, 18 (2): 69-81.

1	**Modulbezeichnung** 74790	**Strategisches Management** Strategic management	**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. Cristian Rolando Loza Adaui
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 Bachelor of Science Informatik 20092
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	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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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	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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 74720	**Nordische Kulturgeschichte 1** Nordic cultural history 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen		
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hanna Eglinger-Bartl
5	**Inhalt**	Das Basismodul Nordische Kulturgeschichte 1 vermittelt einen grundlegenden Überblick über die frühe Geschichte des Nordens von der Wikingerzeit (ab ca. 800 n.Chr.) bis zur Reformationszeit, sowie über die Grundzüge der altnordischen bzw. norrönen Kultur des Mittelalters, die Wikingerzeit und den Übergang von heidnischen Gesellschaftsformen zur Christianisierung im Norden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Fachkompetenz: Überblick über geschichtliche Hintergründe und Voraussetzungen für die Entwicklung der skandinavischen Literatur und Kultur, Reproduktion und Erläuterung des erlangten Wissens. • Lern- bzw. Methodenkompetenz: Benennung, Beschreibung und Erörterung historischer Begebenheiten, spezifischer Merkmale und Entwicklungen der skandinavischen Kultur des Mittelalters bis zur Neuzeit. • Sozialkompetenz: Diskussionsfähigkeit, Bearbeitung von Aufgaben in Gruppen; Beiträge im Plenum. • Selbstkompetenz: Fähigkeit, zu vorgegebenen wissenschaftlichen Fragestellungen innerhalb einer begrenzten Zeitvorgabe schriftlich Stellung zu beziehen; Führung einer kohärenten Argumentation, korrekter und konsistenter Gebrauch von Terminologien; Selbstmotivation und Zeitmanagement.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Skandinavistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Klausur (90 Min): 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 mal 2 SWS = 30 Stunden Eigenstudium: 120 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Haugen, Odd Einar: AltSkandinavistik. Norwegen und Island, Berlin 2007. • von See, Klaus: Edda – Saga – Skaldendichtung, Heidelberg 1981. • Simek, Rudolf u. Hermann Pálsson: Lexikon der altnordischen Literatur, Stuttgart 2007. • de Vries, Jan: Altnordische Literaturgeschichte, 3., unveränderte Auflage in einem Band mit einem Vorwort von Stefanie Würth, Berlin/New York 1999.

1	**Modulbezeichnung** 74642	**Nordische Erstsprache 1** Main Nordic language 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen		
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hanna Eglinger-Bartl
5	**Inhalt**	Im Basismodul werden folgende Bereiche geübt: Hörverstehen, Leseverstehen, Sprechen, Schreiben, Grammatik und Wortschatz sowie ausgewählte landeskundliche und kulturspezifische Elemente. Am Ende des Kurses wird ein Jugendbuch in Originalsprache gelesen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Fachkompetenz: Zielniveau des Kurses nach dem Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (CEFR): A1. • Lern- bzw. Methodenkompetenz: Fähigkeit, vertraute, alltägliche Ausdrücke und einfache Sätze zu verstehen und zu verwenden, sich selbst und andere vorzustellen und anderen Leuten Fragen zu ihrer Person zu stellen. Elementare Sprachverwendung. Fähigkeit, klare und einfache mündliche und schriftliche Beschreibungen zu bekannten Themen zu verstehen. • Sozialkompetenz: Diskussionsfähigkeit und interkulturelles Verständnis, Gruppenarbeit. • Selbstkompetenz: Eigenverantwortliches Erarbeiten der Lerninhalte und selbstorganisiertes Vorbereiten auf die Klausur.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, die Module Nordische Erstsprache 1-4 in der angegebenen Reihenfolge zu besuchen, d.h. für die Teilnahme an den folgenden Modulen sollten die vorangegangenen Module erfolgreich abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Skandinavistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur schriftlich schriftlich Klausur (90 Min)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) schriftlich (100%) schriftlich (100%) Klausur (90 Min): 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 mal 4 SWS = 60 Stunden Eigenstudium: 90 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 74645	**Nordische Erstsprache 2** Main Nordic language 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: BM Nordische Erstsprache II: Schwedisch SK II (Wichtig!!! Der Kurs ist 4stündig, bestehend aus zwei Terminen: Di. 16-18 Uhr UND Fr. 12-14 Uhr. Sie müssen also beide Termine besuchen!) (4 SWS, SoSe 2025)	-
3	Lehrende	Karina Brehm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hanna Eglinger-Bartl
5	**Inhalt**	Im Sprachkurs des Basismoduls Nordische Erstsprache 2 wird das Wissen in folgenden Bereichen erweitert: Hörverstehen, Leseverstehen, Sprechen, Schreiben, Grammatik und Wortschatz sowie ausgewählte landeskundliche und kulturspezifische Elemente. Im Kurs wird Prosa der Gegenwart in Originalsprache gelesen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Fachkompetenz: Zielniveau des Kurses nach dem Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmen für Sprachen (CEFR): A2. • Lern- bzw. Methodenkompetenz: Fähigkeit, häufig gebrauchte Ausdrücke und Informationen zur Person, zur Familie, zum Einkaufen, zu Arbeit und Studium zu beschreiben und zu verstehen sowie, sich in einfachen, routinemäßigen Situationen zu verständigen; grundlegende Kenntnisse und elementare Sprachverwendung; Fähigkeit, klare und einfache mündliche und schriftliche Beschreibungen zu bekannten Themen zu verstehen. • Sozialkompetenz: Erweiterte Fähigkeiten in den Bereichen Gruppenarbeit, Diskussionsfähigkeit und interkulturelles Verständnis. • Selbstkompetenz: Eigenverantwortliches Erarbeiten der Lerninhalte und selbstorganisiertes Vorbereiten auf die Klausur.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, die Module Nordische Erstsprache 1-4 in der angegebenen Reihenfolge zu besuchen, d.h. für die Teilnahme an den folgenden Modulen sollten die Module erfolgreich abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Skandinavistik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (33%) Klausur (33%) Klausur (33%)

		Klausur (90 Min.): 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 mal 4 SWS = 60 Stunden Eigenstudium: 90 Stunden
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im kommentierten Vorlesungsverzeichnis für das jeweilige Semester bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 87002	**Introduction to Sustainability Management**	**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. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	This lecture provides an introduction to Corporate Sustainability Management. The course starts by clarifying essential foundations: What is sustainability, and why is it an increasingly relevant concept today? How do companies contribute to sustainable development, and what are the implications for the job of sustainability management? What is the business case for sustainability, that is, what are the drivers for and benefits of taking a proactive approach to sustainability management? After this general introduction, we will briefly look at widely established standards and norms that provide specific instruments for managing sustainability across firms and corporate functions. Building upon these foundations, the central part of the course serves to zoom into the business firm and refine our analysis concerning various corporate functions. How do sustainability issues influence and interact with specific business functions such as marketing, production, accounting, supply chain management, human resources, finance, reporting, or strategy? How can these functions and their key instruments help to understand sustainability challenges better and realize sustainability goals? At the same time, we discuss how the specific perspective of sustainability can help to better adjust conventional corporate functions to the complexity of the current market and stakeholder demands. Throughout the lecture and exercise, we will follow the concept of integrated sustainability management, thus integrating the three pillars of sustainability: economy, natural environment, and society, into the core activities of business value creation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will acquire: • knowledge in sustainability management • an understanding into the interdependencies of various corporate functions, particularly in the context of sustainability • discursive and reflective competencies in regards to societally relevant questions • practical insights for implementing sustainability in real-life applications • insights on potential challenges during the implementation of sustainability management
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;5;7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Written examination (e-exam): 60 minutes
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Provided via StudOn

1	**Modulbezeichnung** 86920	**Einführung in das Nachhaltigkeitsmanagement** Introduction to corporate sustainability management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in das Nachhaltigkeitsmanagement (2 SWS) Übung: Einführung in das Nachhaltigkeitsmanagement (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Markus Beckmann Marlene Lasthaus	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung vermittelt eine funktionsorientierte Einführung in das unternehmerische Nachhaltigkeitsmanagement. Was verstehen wir unter Nachhaltigkeit? Warum wird dieses Konzept auch für Unternehmen immer wichtiger? Welche Chancen und Risiken wirtschaftlichen Handelns werden damit thematisiert? Nach einer einführenden Behandlung dieser Grundlagen wendet diese Veranstaltung die Nachhaltigkeitsperspektive auf die verschiedenen Funktionen eines Unternehmens an. Welche Nachhaltigkeitsfragen ergeben sich etwa für das Marketing, für das Beschaffungswesen, die Logistik, Produktion, Rechnungswesen, Personal und Berichterstattung? In der Übung lernen die Studierenden, diese Fragen anhand kurzer Fallstudien näher zu analysieren. Gegenstand der Übung sind dabei sowohl Best Practice- Beispiele als auch Worst Case Beispiele. Auf diese Weise werden gleichermaßen die Chancen wie auch die Risiken herausgearbeitet, die mit der (Nicht)Beachtung von Nachhaltigkeitsaspekten einhergehen. Den konzeptionellen Rahmen der gesamten Vorlesung/ Übung bildet dabei insbesondere die Position des integrativen Nachhaltigkeitsmanagements. Darunter wird die Integration der drei Säulen der Nachhaltigkeit Ökonomie, Ökologie und Soziales in das Kerngeschäft eines Unternehmens verstanden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlernen • Fachwissen im Bereich Nachhaltigkeitsmanagement • ein Verständnis für die Interdependenzen einzelner Unternehmensfunktionen insbesondere im Kontext von Nachhaltigkeit • Argumentationskompetenz und kritische Reflexion gesellschaftlich relevanter Fragen • Umsetzungskompetenz durch Praxisbeispiele für Nachhaltigkeitsmanagement • Kenntnisse über Herausforderungen bei der Umsetzung von Nachhaltigkeitsmanagement in der Praxis
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;2;6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten) E-Klausur
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Beckmann, M., & Heidingsfelder, J. (2018). Einführung in das unternehmerische Nachhaltigkeitsmanagement. In. Schmeisser, W., Hartmann, M., Eckstein, P., Brem, A., Beckmann, M., & Becker, W. (Hrsg.). Neue Betriebswirtschaft: Theorien, Methoden, Geschäftsfelder. utb GmbH, S 549-592. Beckmann, M., & Schaltegger, S. (2021). Sustainability in Business: Integrated Management of Value Creation and Disvalue Mitigation. In *Oxford Research Encyclopedia of Business and Management*. Weiterführende Materialien werden via StudOn bereitgestellt.

1	**Modulbezeichnung** 86981	**Sustainability management: Issues, Concepts and tools**	**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. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Sustainability management is a multi-faceted concept that encompasses many topics and issues. These range from climate change to the fight against poverty. The purpose of this lecture is to gain a deeper understanding of such critical issues in sustainability management. To this end, the lecture does not only shed light on selected sustainability trends and the background of these challenges. More importantly, the course also aims at a systematic understanding of relevant management tools and novel instruments across all corporate functions to cope with these sustainability issues. The three sustainability issues addressed in this class will be climate change, resource scarcity, as well as poverty and underdevelopment. For each of these issues, we will first engage with background details, their positive and negative consequences, and their potential challenges and opportunities for businesses. Following, we will address broader concepts in sustainability management that aim at addressing the sustainability issue. In a third step, we will then introduce concrete tools and instruments that is how-to knowledge for implementation. To illustrate, in the case of climate change, we look at the science, politics, economics, and effects on companies. We then look at concepts such as putting a price on carbon or decarbonizing value creation. Regarding management instruments, tools such as carbon accounting, carbon compensation, and carbon efficiency measures will be discussed. Best-practice and worst practices serve to illustrate the practical implementation of these instruments.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • acquire advanced knowledge and skills in corporate sustainability management • learn to relate current societal challenges and trends with corresponding sustainability concepts and management tools in selected problem areas • acquire and advance critical thinking and discursive skills with regard to societal and stakeholder communication • advance their analytical and pragmatic decision-making skills in situations of high complexity • deepen their understanding of the business firm as a problem-solving entity
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine / None

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;5;7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Written exam (e-exam)
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All necessary materials will be provided via StudOn.

1	**Modulbezeichnung** 86780	**Grundzüge der Umweltökonomik** Basics of environmental economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Grundzüge der Umweltökonomik (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Klaus Georg Binder	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Klaus Georg Binder
5	**Inhalt**	Gegenstand der Vorlesung ist die Auseinandersetzung mit den Grundlagen der Umweltökonomik. Der erste Teil befasst sich mit den Erklärungsansätzen für das Zustandekommen von Umweltbelastungen. Neben den allgemeinen sozioökonomischen Tatbeständen wird insbesondere der Druck der Entwicklung auf die Umwelt thematisiert. Der zweite Teil behandelt das Umweltproblem aus wachstumstheoretischer Perspektive. Wichtige Komponenten sind hier der postkeynesianische und der neoklassische Ansatz sowie die ökonomische Theorie der natürlichen Ressourcen. Der Nachhaltigen Entwicklung (Sustainable Development) gilt die Aufmerksamkeit des dritten Teils, bevor im vierten die ökonomischen Anreizinstrumente der nationalen und internationalen Umweltpolitik einer kritischen Analyse unterzogen werden. Der fünfte und letzte Teil der Vorlesung widmet sich schließlich der ökonomischen Bewertung von Umweltgütern und Umweltschäden. Neben der direkten Methode (Zahlungsbereitschaft) werden verschiedene indirekte Methoden (Reisekostenmethode, hedonische Preise etc.) vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundfragen der Umweltökonomik. • entwickeln ein Verständnis für die Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen. • lernen Methoden zur ökonomischen Bewertung von Umweltgütern und Umweltschäden kennen. • können die vorgestellten Theorien kritisch reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mikroökonomik Makroökonomik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Binder, Klaus Georg: Grundzüge der Umweltökonomie, WiSt-Taschenbücher, München 1999; Skript wird bereitgestellt

1	**Modulbezeichnung** 85773	**Seminar Corporate Reporting, Business Analytics, and Sustainability**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Corporate Reporting, Business Analytics, and Sustainability (2 SWS) Für die Präsentationen besteht eine Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Devrimi Kaya	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Devrimi Kaya
5	**Inhalt**	Die Studierenden verfassen eine Hausarbeit in einem der drei Themenbereiche Corporate Reporting, Business Analytics oder Sustainability. Im Bereich Corporate Reporting beschäftigen sich die Studierenden mit aktuellen Themen der Unternehmensberichterstattung von Unternehmen. Im Themenbereich Business Analytics setzen sie sich mit den vielfältigen Methoden und Tools zur Auswertung und Visualisierung von großen Datenmengen auseinander. Im Themenbereich Sustainability analysieren die Studierenden aktuelle Berichtsstandards und die Regulierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung von kapitalmarkorientierten und großen nicht-kapitalmarktorientierten Unternehmen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen, ein aktuelles Fachproblem mit wissenschaftlichen Methoden zu einem eingegrenzten Themenbereich zu bearbeiten, einen Lösungsvorschlag zu entwickeln und diesen in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. Hierbei geben und erhalten die Studierenden im Rahmen interaktiver Präsentationen der Arbeitsergebnisse ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4;3;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Hausarbeit (75%) und Präsentation (25%). *Es handelt sich bei Corporate Reporting, Business Analytics, and Sustainability um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI (in der jeweils geltenden Fassung) alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen*

		Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Hausarbeit (75%) und Präsentation (25%).
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**	Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 85774	**Corporate Governance and Sustainability Reporting**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Corporate Governance and Sustainability Reporting (Vorlesung) (2 SWS) Übung: Corporate Governance and Sustainability Reporting (Übung) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Devrimi Kaya Daniel Resch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Devrimi Kaya
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt fundiertes Wissen über die Aufgaben und Pflichten der Leitungs- und Aufsichtsorgane von Unternehmen in Deutschland. Die zentralen Konzepte, Mechanismen und Akteure der Corporate Governance werden vorgestellt und diskutiert. Diese Inhalte werden erweitert durch das Themengebiet der Nachhaltigkeitsberichterstattung. Die nachhaltige Transformation der Wirtschaft erfordert, dass Unternehmen sich an die zunehmende Komplexität und Regulatorik anpassen und Nachhaltigkeit als eines der zentralen Kriterien für Führung, Steuerung und Überwachung verstehen. Aktuelle Beispiele aus der Wirtschaftspresse verdeutlichen die Relevanz der Kursinhalte. Die Vorlesung wird ergänzt um eine Übung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Ziel des Moduls ist die Vermittlung der zentralen Grundlagen und betriebswirtschaftlichen Fragestellungen der Corporate Governance. Die Studierenden sollen überdies ein tiefgreifendes Verständnis der Grundlagen, Standards und Rahmenbedingungen der Nachhaltigkeitsberichterstattung erlangen. Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Veranstaltung sollen die Studierenden in der Lage sein, die Anforderungen von Nachhaltigkeitsstandards im Kontext der Unternehmensberichterstattung zu analysieren und Herausforderungen bei der Umsetzung zu identifizieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 86781	**Klima- und Ressourcenökonomik** Climate and resource economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Klima- und Ressourcenökonomik (2 SWS)	3 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mario Liebensteiner
5	**Inhalt**	Dieses Modul bietet eine Einführung in die wichtigsten Aspekte der Klima- und Ressourcenökonomik. Der Kurs setzt auf mikroökonomische Grundlagen, um zentrale Themen rund um Klimapolitik, Treibhausgasemissionen bzw. erneuerbare und fossile Ressourcen zu behandeln. Der Kurs ist weitgehend theoretisch normativ (was wäre optimal?) aufgebaut, bietet aber auch einen positiv empirischen Überblick (was ist der Status quo?). Ein Verständnis für die wichtigsten Aspekte der Klima- und Ressourcenökonomik ist beispielsweise von zentraler Bedeutung für die Analyse und Weiterentwicklung von klimapolitischen Maßnahmen. Wichtige Kurselemente betreffen z.B. Emissions-Vermeidungs-kostenkurven, Emissionen als negative Externalität, Bepreisung von Emissionen (Pigou Tax), Allokation von Emissionszertifikaten (Coase Theorem), politische Unsicherheit (Weitzman Theorem), Konzept der Nachhaltigkeit, Wachstumsmodelle mit und ohne erneuerbaren Ressourcen (Hotelling Rule, Green Paradox).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die wichtigsten Probleme der Klima- und Ressourcenökonomik benennen und analysieren. • verstehen die Vor- und Nachteile von verschiedenen klimapolitischen Maßnahmen. • verstehen die Besonderheiten von Emissionsvermeidung (Kosten, Nutzen, individuelle Kostenkurven, etc.) und deren Einfluss auf politische Entscheidungen. • Verstehen wie sich Ressourcenpreise und Abbaupfade auf Energiemärkten abbilden lassen und welche Implikationen diese für die Umweltpolitik haben. • erkennen Probleme, die auf den ersten Blick nicht offensichtlich sind (z.B. das grüne Paradoxon; adverse Effekte direkter staatlicher Markteingriffe, z.B. in der Form von garantierten Einspeisetarifen für erneuerbare Energien; etc.).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Mikroökonomik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Perman, Ma, McGilvray, Common. Natural Resource and Environmental Economics. 3. Ed. Pearson Education, Cambridge. (jede Edition ist verwendbar).

1	**Modulbezeichnung** 85714	**European Climate Policy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! **Modul wird voraussichtlich erstmals im WiSe 26/27 angeboten.** Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johan Lilliestam
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 Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation (60 Minuten) Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (bestanden/nicht bestanden) 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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 85717	**Energy 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**	Dr. Moniek Jong
5	**Inhalt**	Energy is central to almost any area of human activity and necessary for economic activity. The energy crisis of 2022, triggered by the war in Ukraine, impacted the global and national economy, and especially energy-intensive businesses, with energy supply uncertainty and high prices. Without energy, the industrialised world would be dramatically altered. Moreover, energy is the largest source of greenhouse gas emissions, resulting in climate change. Key questions that we will address include: How can we ensure that all people and businesses have reliable and affordable access to sufficient energy for their needs? How can this be achieved on a sustainable basis? In what ways can energy be used as a tool for diplomatic coercion? And what are the geopolitical consequences of energy supply and the shift to low-carbon energy sources? The goal of this course is to enable students to discuss and critique strategies to enhance energy security, for both countries and individual companies, based on concepts and approaches in the study of energy security (incl. International Political Economy and Geopolitics studies) during lectures. These concepts from the lectures are practically applied during the exercise portion of this course, diving into the characteristics of different energy sources (e.g. oil, gas, nuclear, renewables), energy producer and consumers (who are they?), energy markets (how do they work?), energy conflicts (can energy be used as a weapon?) and trends in energy (is hydrogen the solution?). We will use case studies/ scenarios to conduct analyses on energy and sustainability actions and their impact national/European energy security (e.g. in individual deals, such as the consequences for German energy security of the chemical concern BASF’s gas trade deals; or security effects of broader trends, such as climate policy- driven electrification of heat and transport). Combined the lectures and exercises will equip students with a framework for understanding and analysing the stakes and trade-offs involved in addressing the practical energy challenge of ensuring secure, sustainable and affordable access to energy supplies needed for the oral exam, which will include a mix of concepts and practical problem solving in the energy domain. In addition, this dual approach will assist in navigating the international business environment when dealing with energy and sustainability questions.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	At the end of the course, students will be able to understand and discuss the (geopolitical) dynamics between current energy policy development, energy supply and climate policy, including their importance both for the national economy and for companies. Students will be able to assess impacts themselves, and propose solutions based on current developments in international energy politics, while paying attention to the broader historical background.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Good command of English (written and spoken). No previous knowledge of energy politics is required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Referat/Präsentation mündlich (30 Minuten) Oral exam of maximum 30 minutes (66% of grade). Individual presentation (33%) during the exercise classes.
11	**Berechnung der Modulnote**	Referat/Präsentation (34%) mündlich (66%)
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**	Bibliography will be announced during the course.

1	**Modulbezeichnung** 85754	**Technology Assessment** Technology assessment	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technology assessment	5 ECTS
3	Lehrende	Aksornchan Chaianong Ioannis Milioritsas	

4	**Modulverantwortliche/r**	Aksornchan Chaianong
5	**Inhalt**	In this course, we will explore, discuss, and apply interdisciplinary quantitative and qualitative concepts and tools for technology assessment. Technology assessment is an essential support tool to inform decision-making in companies and public administration and enables well-informed decisions regarding technology adoption, implementation, or regulation. Below are the interdisciplinary methods to be covered in this course. In addition, the course will focus on how each method can be combined and how normativity affects each method. • Quantitative approach: Cost-benefit analysis (CBA) and Multi-criteria analysis (MCA) • Qualitative approach: SWOT analysis and Stakeholder analysis This course will also focus on method comparisons (i.e., when and in which context method A outperforms method B), so the strengths and limitations of each method will be discussed in the classes. The course will strongly focus on application (hence the combination of lecture and exercise). Empirically, the course will focus on, but not be limited to, technologies for the transition to clean energy, such as renewable energy, carbon capture and storage, and hydrogen. This will visualize how to apply and combine tools necessary for technology assessment. The results from each example will be compared so that risks and opportunities for technologies can be analyzed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	At the end of the course, the students are able to: • formulate the whole process of technology assessment analysis. • apply/combine tools for technology assessment in different contexts. • discuss and critique different (energy) technologies and methods. • evaluate the risks and opportunities of technologies.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Good command of English (written and spoken)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung One **seminar paper** (max. 5,000 words) • Each student must choose at least two technologies to be covered in the case study. They must apply one quantitative and one qualitative approach, justify the reasons for the preferred methods, and critique and compare the two selected technologies in terms of risks and opportunities. One **presentation** during the classes • Each student must present their work in progress on the seminar paper. They must present the results from at least one (out of two) methods. Moreover, they are required to briefly talk about their plans to approach the remaining analysis.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • Seminar paper (60%) • Presentation (40%)
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**	Will be announced during the course.

1	**Modulbezeichnung** 85764	**Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM)**	**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. Norman Franchi Prof. Dr. Verena Tiefenbeck
5	**Inhalt**	The module covers the role of Information & Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered. Specific topics include: • Fundamentals of energy generation and consumption • Conventional and distributed power generation • Introduction to energy markets and economic aspects • Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities • Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks • Demand side management and home automation • Changing consumer behavior with smart ICT • Smart heating, electric mobility At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The module is designed to enable participants to • explain the basic physical and technical principles of energy generation and power grids and apply them in calculations, • state, explain, and evaluate the necessity as well as challenges associated with the integration of renewable energies • name components of a smart grid and explain their function • explain fundamental market mechanisms (energy economics) • understand and be able to explain the roles and intentions of the actors in the electricity market,

		• examine components, market mechanisms and regulatory measures with regard to their costs, benefits and risks and critically assess evaluation approaches • to explain the possibilities of information systems for the reduction of energy consumption in the field of indoor climate/ heating and to evaluate them, • explain the central components, variables, requirements and challenges of electromobility and explain how information systems can contribute to solving these challenges
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) ***NEW***: Passing an ungraded short test during the semester is mandatory for the successful completion of the module, in addition to passing the written exam at the end of the semester.
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**	Will be announced in class

1	**Modulbezeichnung** 85778	**Political ecology**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Political ecology (2 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Jaime León González Prof. Dr. Almut Schilling-Vacaflor del Carpio	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jaime León González Prof. Dr. Almut Schilling-Vacaflor del Carpio
5	**Inhalt**	Der globale Übergang zur Nachhaltigkeit, vorangetrieben durch das Pariser Abkommen, hat eine intensive internationale Debatte über die Notwendigkeit einer sozial-ökologischen Transformation hin zu einem grüneren und technologisch fortschrittlicheren Modell ausgelöst. In diesem Seminar werden wir die sozialen, politischen und ökologischen Dimensionen der international von Deutschland vorangetriebenen Energiewende untersuchen, mit besonderem Fokus auf Lateinamerika. Wir werden die Strategien und Instrumente der deutschen Außenenergiepolitik analysieren, ihre Ziele und Auswirkungen auf die lateinamerikanischen Länder bewerten sowie die Rolle der Region als Zentrum für die Produktion von grünem Wasserstoff und als Lieferant kritischer Rohstoffe für grüne Technologien beleuchten. Zudem werden wir die geopolitischen, sozialen und ökologischen Herausforderungen dieser Transformationsprozesse vertiefen, mit besonderem Augenmerk auf grünen Extraktivismus, regionale Ressourcenkonflikte und die Auswirkungen auf lokale Gemeinschaften und Ökosysteme. Abschließend werden wir über mögliche Alternativen für eine sozial-ökologisch gerechte Transformation nachdenken.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die geopolitischen, sozialen und ökologischen Herausforderungen der Transformation hin zu einem grünen Modell analysieren, mit Fokus auf Extraktivismus und Ressourcenkonflikte. • Die Strategien der deutschen Energiewende und ihre Auswirkungen auf Lateinamerika fundiert bewerten und kritisch hinterfragen. • Die Rolle Lateinamerikas als zentrale Rohstoffquelle für grüne Technologien sowie die damit verbundenen wirtschaftlichen und politischen Implikationen untersuchen. • Die sozialen und ökologischen Auswirkungen der Energiewende auf lokale Gemeinschaften und Ökosysteme systematisch reflektieren. • Eine kritische Perspektive auf mögliche Alternativen für eine sozial-ökologisch gerechte Transformation entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Schriftlich und mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) 1) Performance Assessment (20 %) 2) Präsentation (40 %) 3) Seminararbeit (40 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester Jährlich im SoSe
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tba / es wird bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 85724	**Transnational Business Governance for Sustainable Development**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Almut Schilling-Vacaflor del Carpio
5	**Inhalt**	Transnational business has contributed to economic growth and to provide consumers with better access to goods and services. However, multinational companies and global supply chains have also been associated with or contributed to the violation of human rights and environmental damages. In this course, we will focus on the question of how transnational business can be governed in a way that contributes to socially and ecologically sustainable development. In four thematic blocks, we will analyze and discuss different governance approaches that aim to steer transnational business towards sustainability: 1) multilateral governance instruments, 2) private and voluntary sustainability standards, 3) state regulations of global supply chains and 4) civil-society led and multi-stakeholder governance initiatives. To analyze these instruments, we will refer to concepts such as effectiveness, legitimacy and accountability. We will also discuss how different governance instruments can be fruitfully combined and how they can be implemented in different contexts using case studies. This course will consist of input provided by the lecturer, the reading and discussion of academic literature, interactive group exercises, presentations on specific governance instruments by students and an expert talk guided by seminar participants.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Participating students - acquire knowledge about the role of multinational companies and global supply chains in international business relations - learn about the design and implementation of different forms of sustainability governance - analyze, discuss and critically reflect upon governance challenges and ways to overcome them - practice to apply important concepts and theories (e.g., on legitimacy, corporate accountability and effectiveness) to concrete cases
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Presentation: 40% Term paper: 40% (ca. 2,500 words) Performance assessment: 20%
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Presentation: 40% Term paper: 40% (ca. 2,500 words) Performance assessment: 20%
12	**Turnus des Angebots**	jedes 2. Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 hours Eigenstudium: 120 hours
14	**Dauer des Moduls**	one semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 69991	**Ringvorlesung Nachhaltigkeit - (FA)U for Sustainability**	**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.-Ing. Marcel Bartz
5	**Inhalt**	Die Ringvorlesung verknüpft fakultätsübergreifend die Aktivitäten der FAU im Bereich Nachhaltigkeit. In dieser Veranstaltung beleuchten Lehrende unterschiedlicher Fachrichtungen Aspekte des nachhaltigen Lebens und Handelns, aktueller Forschung und gesellschaftlicher Herausforderungen und Möglichkeiten die Unfassbarkeit des Anthropozäns zu begreifen. In Anlehnung an die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals) werden unter anderem die Bereiche Gesundheit, Ressourcen- und Rohstoffnutzung sowie technische und soziokulturelle Entwicklungen behandelt. Zu den behandelten Themenbereichen zählen unter anderem: • Motivation und Einführung in das Thema Nachhaltigkeit an der FAU • Lebendige Verflechtungen auf dem Planeten Erde. Die politische Bedeutung von Gesundheit • Kulturelle Nachhaltigkeit und Kulturelle Resilienz in post-digitalen Zeiten • Nachhaltige Produktentwicklung in den Ingenieurswissenschaften • Metallische Rohstoffe und Nachhaltigkeit • Green AI: KI für mehr Nachhaltigkeit • Antibiotikaresistenz und Naturstoffe als nachhaltige Wirkstoffquelle • Nachhaltigkeit bewerten • Green Washing • Nachhaltigkeit und nachhaltige Gesundheitsförderung in der Medizin • Abschlussvorlesung mit Podiumsdiskussion • Kreativitätsmethoden bei der Erstellung von Poster und Informationsmaterial • Teamarbeit mit Präsentation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen aktuelle Forschungsthemen zur Nachhaltigkeit • entwickeln systematisch ihre Argumentations- und Diskussionskompetenz • können kritisch Aspekte und Inhalte zu den Themenfeldern der Nachhaltigkeit reflektieren und diskutieren • können Kreativitätsmethoden bei der Erstellung von Poster und Informationsmaterial zielgruppenspezifisch einsetzen • stärken ihre Teamfähigkeiten und soziale Kompetenzen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092 ModulsWahlbereich keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich Modulstudien Naturale: Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit 20212 Wahlpflichtbereich für Zertifikatserwerb Nachhaltigkeit keine Abschlussprüfung angestrebt bzw. möglich Modulstudien Naturale: Naturwissenschaften und Nachhaltigkeit 20212 Weitere Informationen, u.a. zu den Themen und zum Zeitplan, finden sich auf der Homepage des Green Office der FAU unter: https://www.green-office.fau.de/nachhaltigkeit/unsere-handlungsfelder/education/#collapse_26
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Seminarleistung (15 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 25 h Eigenstudium: 125 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird aufgrund verschiedener thematischer Bezüge und semesterabhängiger Themen zu Beginn der Ringvorlesung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 85786	**Energiewirtschaft und Nachhaltigkeit** Energy markets and sustainability	**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. Karl Gregor Zöttl
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltung wird ein grundlegender Überblick über die wichtigsten ökonomischen Aspekte von Energiemärkten vermittelt und deren Rolle bei einer nachhaltigen Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel detailliert beleuchtet. Aufgrund der geplanten Elektrifizierung im Verkehrsbereich (z.B. E-Autos und Wasserstoff) und im Wärmebereich (z.B. Wärmepumpen) kommt dem Stromsektor hierbei eine zentrale Rolle zu. Ein Schwerpunkt liegt auf der Vermittlung der Funktionsweise und der quantitativen Analyse von Strommärkten. Die sich hierbei stellenden Herausforderungen werden diskutieret und auch quantitiativ analysiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten einen Überblick über die Besonderheiten von Energiemärkten und deren Rolle einer Transformation im Zusammenhang mit dem Klimawandel • lernen insbesondere die Märkte für elektrische Energieversorgung im Detail kennen und können selbstständig grundlegende quantitative Analysen durchführen • können die aktuellen Herausforderungen bei der Transformation der Energiemärkte nennen und erläutern. • erhalten einen Überblick über aktuell diskutierte Lösungsansätze und können diese bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Mikroökonomie; Erfolgreicher Abschluss der Assessmentphase
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Nachhaltigkeit / Minor in Sustainability Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (100%). Die Studierenden können ihre Note durch eine schriftliche Fallstudie verbessern, die dann 20% der Note ausmacht.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (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**	Energiewirtschaft 2020, Andreas Löschel, Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes, Oldenbourg CSR und Energiewirtschaft 2019, Alexandra Hildebrandt, Werner Landhäußer Fundamentals of Power System Economics 2018, Daniel Kirschen und Goran Strbac, Wiley Praxisbuch Energiewirtschaft 2017, Panos Konstantin

1	**Modulbezeichnung** 92560	**Grundlagen der Elektrotechnik I** Foundations of electrical engineering I	**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. 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**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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	Übung: GET II Ü, Gruppe A (EEI) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe B (MT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe C (ET/BT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe D (MECH) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe E (MECH) (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik II (2 SWS) Tutorium: GET II Tut (2 SWS)	- - - - - 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Dr.-Ing. Ingrid Ullmann David Panusch Christian Huber Simon Pietschmann Ann-Christine Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

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**	empfohlen: • Grundlagen der Elektrotechnik 1 • Mathematik I • Mathematik II (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 95610	**Werkstoffkunde für EEI** Materials science for EECE	**2,5 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. 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**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 92776	**Fundamentals of electrical engineering**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Group Tutorial 1 (2 SWS) Tutorium: Group Tutorial 2 (2 SWS) Vorlesung: Fundamentals of Electrical Engineering (2 SWS) Übung: Fundamentals of Electrical Engineering - Exercises (2 SWS)	- - 5 ECTS -
3	Lehrende	Hans Rosenberger Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	• Elektrostatisches Feld • Stationäres elektrisches Strömungsfeld • Gleichstromnetzwerke • Stationäres Magnetfeld • Zeitlich veränderliches elektromagnetisches Feld • Zeitlich periodische Vorgänge • Ausgleichsvorgänge • Halbleiterbauelemente und ausgewählte Grundschaltungen ==== • Electrostatic field • Stationary electric flow field • Direct current networks • Stationary magnetic field • Time-varying electromagnetic field • Time periodic processes • Transient processes • Semiconductor devices and selected basic circuits
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erläutern die Grundkonzepte von elektrische Ladung und Ladungsverteilungen. Sie nutzen das Coulombsche Gesetz und analysieren die elektrische Feldstärke, berechnen das elektrostatisches Potential und die elektrische Spannung. Sie bestimmen die elektrische Flussdichte und wenden das Gaußsche Gesetz an. Die Studierenden beschreiben Randbedingungen der Feldgrößen und bestimmen den Einfluss von Materie im elektrostatischen Feld. Sie bestimmen die relevanten Größen an Kondensator und Kapazität und ermitteln den Energiegehalt des elektrischen Feldes. • Die Studierenden erläutern die Begriffe Strom und Stromdichte, sie verwenden das Ohmsche Gesetz und erläutern das Verhalten an Grenzflächen. Sie ermitteln Energie und Leistung. • Die Studierenden erläutern die Rolle von Spannungs- und Stromquellen in Gleichstromnetze. Mit Hilfe der Kirchhoffsche Gleichungen analysieren sie einfache Widerstandsnetzwerke,

die Wechselwirkung zwischen Quelle und Verbraucher und allgemeine Netzwerke.

- Die Studierenden erklären die Begriffe Magnetfeld und Magnete. Sie berechnen die im Magnetfeld auf bewegte Ladungen wirkenden Kräfte und die magnetische Feldstärke durch Nutzung des Durchflutungsgesetzes. Die Studierenden erläutern die magnetischen Eigenschaften der Materie und das Verhalten der Feldgrößen an Grenzflächen. Sie ermitteln die Induktivität.
- Die Studierenden nutzen das Induktionsgesetz, bestimmen die Selbstinduktion, analysieren einfache Induktivitätsnetzwerke und ermitteln die Gegeninduktivität. Sie analysieren den Energieinhalt des magnetischen Feldes, wenden die Prinzipien der Bewegungsinduktion (Generatorprinzip) und der Ruheinduktion (Übertrager) an.
- Die Studierenden erläutern die Beziehungen zeitlich veränderlicher Ströme und Spannungen. Sie verwenden Methoden der komplexen Wechselstromrechnung um Wechselspannungen und Wechselströme zu ermitteln. Sie ermitteln und analysieren die Übertragungsfunktionen linearer zeitinvarianter Systeme. Sie analysieren Leistung und Energie in Wechselspannungsnetzen.
- Die Studierenden analysieren lineare, zeitinvariante Systeme sowie Signale in Zeit- und Frequenzbereich (Fourieranalyse). Dazu bestimmen und analysieren sie die Eigenfunktionen von LTI-Systemen und deren Übertragungsfunktionen und untersuchen Schaltungen aus LTI-Systemen.
- Die Studierenden erläutern die Grundlagen von Ausgleichsvorgängen in einfachen Netzwerken und berechnen diese bei der R-L-Reihenschaltung. Sie erläutern divergierende Fälle und untersuchen Netzwerke mit einem Energiespeicher mit Hilfe einer vereinfachten Analyse.
- Die Studierenden erläutern den Ladungstransport in Halbleitern und analysieren den pn-Übergang. Sie ermitteln Ströme und Spannungen bei den folgenden Halbleiterbauelementen: Halbleiterdiode, Z-Diode, Bipolartransistor, Feldeffekttransistor Thyristor, IG-Bipolar-Transistor.
- Die Studierenden wenden alle eingeführten Inhalte an, um selbständig einfache und dabei dennoch möglichst praxisnahe kleine Probleme systematisch zu lösen. Sie kontrollieren dabei selbst ihren Lernfortschritt und besprechen Fragen mit einem Tutoren, woraus sich Fachgespräche entwickeln, wie sie die ähnlich später in Verhandlungen und bei der Produktentwicklung mit Fachingenieurinnen und Fachingenieuren aus Elektro- und Informationstechnik führen müssen, sowie im interdisziplinären Dialog mit Elektro- und Informationstechnikern und Physikern.

- Die Studierenden erkennen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Stoffes, da sie in diesem Modul ein für ihr Fachstudium fremdes Gebiet kennenlernen mit einer teilweise anderen mathematischen und physikalischen Herangehensweise. Sie zeigen eine hohe Arbeitsdisziplin, Freude am Entdecken von Neuem, aber auch eine gewisse Belastbarkeit und Leistungsbereitschaft.

====

- Students explain the basic concepts of electric charge and charge distributions. They use Coulomb's law and analyze the electric field strength, calculate the electrostatic potential and the electric voltage. They determine electric flux density and apply Gauss's law. Students describe boundary conditions of field quantities and determine the influence of matter in the electrostatic field. They determine the relevant quantities at the capacitor and capacitance and determine the energy content of the electric field.
- The students explain the terms current and current density, they use Ohm's law and explain the behavior at boundaries. They determine energy and power.
- Students explain the role of voltage and current sources in DC power systems. Using Kirchhoff's equations, they analyze simple resistor networks, the interaction between source and load, and general networks.
- Students explain the terms magnetic field and magnets. They calculate the
- forces acting on moving charges in the magnetic field and the magnetic field strength by using the law of flux. Students explain the magnetic properties of matter and the behavior of field quantities at boundaries. They determine inductance.
- Students use the law of induction, determine self-inductance, analyze simple inductance networks, and determine mutual inductance. They analyze the energy content of the magnetic field, apply the principles of motion induction (generator principle) and rest induction (transformer).
- Students explain the relationships of time-varying currents and voltages. They use methods of complex numbers in AC curcuits to determine alternating voltages and alternating currents. They determine and analyze the transfer functions of linear time-invariant systems. They analyze power and energy in AC power systems.
- Students analyze linear, time-invariant systems as well as signals in time and frequency domain (Fourier analysis). For this purpose, they determine and analyze the eigenfunctions of LTI systems and their transfer functions and examine circuits from LTI systems.
- The students explain the basics of transient processes in simple networks and calculate them for the R-L series circuit.

		They explain divergent cases and investigate networks with an energy storage using a simplified analysis. • Students explain charge transport in semiconductors and analyze the pn junction. They determine currents and voltages for the following semiconductor devices: Semiconductor diode, Z-diode, bipolar transistor, field effect transistor thyristor, IG bipolar transistor. • The students apply all introduced contents to independently and systematically solve simple and yet practical small problems. They control their learning progress themselves and discuss questions with a tutor, from which technical discussions develop, as they later have to conduct them similarly in negotiations and product development with specialist engineers from electrical and information engineering, as well as in interdisciplinary dialog with electrical and information engineers and physicists. • Students recognize the benefits of regular follow-up and consolidation of the material, since in this module they become acquainted with an area that is unfamiliar to their specialized studies, with a partially different mathematical and physical approach. They show a high level of work discipline, enjoy discovering new things, but also a certain resilience and willingness to perform.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The students use methods of vector analysis and use Cartesian coordinates, cylindrical and polar coordinates. They solve systems of linear equations and calculate with complex numbers. They use the trigonometric formulas and solve linear ordinary differential equations with constant coefficients in transient processes. Students know and understand basic physical concepts, especially quantities and quantity equations.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Automatisierungstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• Manuskript zur Vorlesung / Lecture notes

		• ALBACH, M.: Elektrotechnik, 1. Auflage, Pearson-Studium, München, 2011. • ALBACH, M., FISCHER, J.: Übungsbuch Elektrotechnik, 1. Auflage, Pearson-Studium, München, 2012. • FROHNE, H. et al.: Moeller Grundlagen der Elektrotechnik, 22., verbesserte Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, Wiesbaden, 2011. • SPECOVIUS, J.: Grundkurs Leistungselektronik: Bauelemente, Schaltungen und Systeme , 4. Auflage, Vieweg +Teubner, Wiesbaden, 2010.

1	**Modulbezeichnung** 92347	**Mechatronic components and systems (MCS)**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS) Tutorium: Mechatronic components and systems (Tut)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Martin Rohrmüller Yongxu Ren	

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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Automatisierungstechnik Bachelor of Science Informatik 20092

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** 47603	**Dynamical Systems and Control**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Dynamical Systems and Control (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	This course introduces the fundamentals of dynamical systems and control design with a focus on linear single-input single-output system. The course covers the following topics: • Dynamical systems: state space formulation, physical examples, linearization • Frequency domain: Laplace transform, analysis and control based on transfer functions • Time domain: analysis, control and observer design based on state space models
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will be able to • describe dynamical systems by differential equations • compute a linearized model for nonlinear systems • describe and analyze dynamical systems in the Laplace domain • design basic controllers in the Laplace domain • describe and analyze dynamical systems in the state space • design basic controllers and observers in the state space
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basic knowledge of advanced mathematics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Automatisierungstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• K.J. Aström and R.M. Murray: Feedback systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, 2008. • E. Hendricks, O. Jannerup, and P.H. Sørensen: Linear systems control: deterministic and stochastic methods, Springer, 2008. • L. Padulo and M.A. Arbib: System Theory, W.B. Saunders Company, 1974. • G.C. Goodwin, S.F. Graebe and M.E. Salgado: Control System Design, Prentice Hall, 2001. • W.J. Rugh: Linear System Theory, Prentice Hall, 1996. • C.T. Chen: Control System Design, Pond Woods Press, 1987. • T. Kailath: Linear Systems, Prentice Hall, 1980.

1	**Modulbezeichnung** 97040	**Einführung in die Regelungstechnik** Introduction to control engineering	**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. Thomas Moor
5	**Inhalt**	Grundlagen der klassischen Regelungstechnik • Lineare zeitinvariante Eingrößensysteme im Frequenz- und Zeitbereich • Sensitivitäten des Standardregelkreises • Bode-Diagramm und Nyquist-Kriterium • Entwurf von Standardreglern • Algebraische Entwurfsmethoden • Erweiterte Regelkreisarchitekturen Anwendungsstudien aus den Bereichen • Mechanische Systeme • Verfahrenstechnische Prozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmer • erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsziele und Entwurfsverfahren anhand von Beispielen, • erkennen elementare mathematische Zusammenhänge zwischen Systemtheorie und Reglerentwurf, • können die vorgestellten Entwurfsverfahren auf einfache Anwendungsfälle anwenden und kritisch hinterfragen, • erkennen im Anwendungskontext gegenläufige oder sich ausschließende Entwurfsziele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Automatisierungstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Unbehauen, H.: Regelungstechnik I, Vieweg, 1982 Glattfelder, A.H., Schaufelberger, W.: Lineare Regelsysteme, VDH Verlag, 1996 Goodwin, G.C., et al.: Control System Design, Prentice Hall, 2001

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 nicht kosinusförmiger 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**	Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die Prüfung erfolgt schriftlich (Klausur, 90 min lang).
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	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. 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**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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	Übung: GET II Ü, Gruppe A (EEI) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe B (MT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe C (ET/BT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe D (MECH) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe E (MECH) (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik II (2 SWS) Tutorium: GET II Tut (2 SWS)	- - - - - 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Dr.-Ing. Ingrid Ullmann David Panusch Christian Huber Simon Pietschmann Ann-Christine Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

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**	empfohlen: • Grundlagen der Elektrotechnik 1 • Mathematik I • Mathematik II (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 92681	**Signale und Systeme I** Signals and systems 1	**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. 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**	Dringend empfohlen: 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**	Nebenfach EEI: Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer
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*, Teubner-Verlag, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92682	**Signale und Systeme II** Signals and systems 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Signale und Systeme II Vorlesung: Signale und Systeme II (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Simon Deniffel Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

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**	Nebenfach EEI: Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 392436	**Grundlagen der Nachrichtenübertragung** Fundamentals of communications	**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 Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	• Einführung und Grundbegriffe • Quellensignale und deren Modellierung • Übertragungskanäle und deren Modellierung • Analoge Modulationsverfahren • Pulscodemodulation • Grundbegriffe der Informationstheorie • Digitale Übertragung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher. Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen. Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz. Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers. Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und

		Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompandierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulscodemodulation. Die Studierenden verwenden das Shannon'sche Informationsmaß, Quellencodierungstheorem und die wechselseitige Information zur matehmatischen Beschreibung der Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle. Sie erklären das Kanalcodierungstheorem und analysieren im Detail den AWGN-Kanal und seine Varianten bzgl. informationstheoretische Größen. Die Studierenden erklären die digitale Pulsamplitudenmodulation und analysieren die zugehörigen Sender, die Signale sowie die kohärente Demodulation in Zeit- und Frequenzbereich. Sie ermitteln die Fehlerwahrscheinlichkeit und nutzen dazu das Gaußsches Fehlerintegral und die Error Function. Sie bewerten die digitalen Übertragungsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm. Die Studierenden verstehen die Motivation für den Einsatz von Kanalcodierung bei digitaler Übertragung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• Huber, J.: Skriptum zur Vorlesung Nachrichtenübertragung. 1997. • Kammeyer, K.D.: Nachrichtenübertragung. Teubner, Stuttgart, 2.Aufl., 1996. • Haykin, S.: Communication Systems. John Wiley & Sons, Inc., New York, 1994.

1	**Modulbezeichnung** 92660	**Schaltungstechnik** Circuit technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sascha Breun Manuel Koch Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

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**	Nebenfach EEI: Mikroelektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 96590	**Entwurf integrierter Schaltungen I** Design of integrated circuits I	**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 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**	Nebenfach EEI: Mikroelektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96630	**Leistungselektronik** Power electronics	**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. Martin März
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**: Phasenanschnittsteuerung, Phasenabschnittsteuerung, Gleichrichterschaltungen, Netzstromverformung, aktive Leistungsfaktorkorrektur **Pulsumrichter**: Übersicht, Blockschaltbild, netzseitige Stromrichter, lastseitiger Pulswechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation, Dreipunktwechselrichter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Lernziel**

		In der Vorlesung werden die Grundlagen zum Verständnis der Spannungswandlerschaltungen gelegt. Dies betrifft sowohl die Funktionsweise der Schaltungen, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schaltungsprinzipien als auch die Besonderheiten der wesentlichen Komponenten wie Halbleiterschalter und passive Bauteile. 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**	Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) schriftliche Klausur (90 min.), keine Hilfsmittel (außer Taschenrechner) erlaubt
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** 92560	**Grundlagen der Elektrotechnik I** Foundations of electrical engineering I	**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. 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**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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	Übung: GET II Ü, Gruppe A (EEI) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe B (MT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe C (ET/BT) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe D (MECH) (2 SWS) Übung: GET II Ü, Gruppe E (MECH) (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik II (2 SWS) Tutorium: GET II Tut (2 SWS)	- - - - - 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Dr.-Ing. Ingrid Ullmann David Panusch Christian Huber Simon Pietschmann Ann-Christine Fröhlich Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

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**	empfohlen: • Grundlagen der Elektrotechnik 1 • Mathematik I • Mathematik II (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach EEI: Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach EEI: Leistungselektronik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 94591	**Technische Darstellungslehre 2** Engineering drawing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Technische Darstellungslehre II; FR-A (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Miehling Christian Witzgall Johannes Mayer Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

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** **<u>Wissen</u>** 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. **<u>Verstehen</u>** 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**	Nebenfach Maschinenbau: Grundlagen der Produktentwicklung Bachelor of Science Informatik 20092 • Studienleistung • Praktikumsleistung • unbenotet Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung müssen insgesamt zehn 3D-CAD-Modelle erfolgreich testiert sein. Die 3D-CAD-Modelle sind individuell, eigenständig zu erstellen und verbindlich zu vorab definierten Terminen abzugeben. Die Übungen können im Rechnerraum (CIP-Pool des Departments Maschinenbau) unter Betreuung oder selbstständig bearbeitet werden. Zu den Übungen im CIP-Pool besteht keine Anwesenheitspflicht.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 94711	**Grundlagen der Produktentwicklung** Foundations of product development	**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.-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 **Lern- bzw. Methodenkompetenz** 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**	Nebenfach Maschinenbau: Grundlagen der Produktentwicklung Bachelor of Science Informatik 20092
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** 97110	**Technische Produktgestaltung** Technical product design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Götz Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Grundlagen der Produktentwicklung Bachelor of Science Informatik 20092
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** 94570	**Produktionstechnik I und II** Production engineering I+II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Produktionstechnik (PT II & PT 3 MB) (2 SWS, SoSe 2025) Vorlesung: Produktionstechnik I und Produktionstechnik 2 für MB (2 SWS, WiSe 2025) Tutorium: Produktionstechnik - Tutorium (P) (PT II & PT 3 MB) (2 SWS, SoSe 2025) Tutorium: Produktionstechnik I - Tutorium (2 SWS, WiSe 2025)	- - - -
3	Lehrende	Simon Sauer Andreas Röckelein Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
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. 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.

		Außerdem wird die Verarbeitung von Kunststoffen (Spritzgießen, Erzeugung von duroplastischen / thermoplastischen Faserverbunden) behandelt. *Produktionstechnik II:* 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. Anschließend werden die Urformverfahren Gießen und Pulvermetallurgie dargestellt.
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**	Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 94951	**Grundlagen der Robotik** Fundamentals of robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Reitelshöfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Das Modul Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Es 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. Es werden weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Das Modul 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 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. Die Studierenden sind 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 95310	**Ringvorlesung Systemtechnik für Nebenfach Informatik** Lecture series: Systems technology for computer science as a minor subject	**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**	Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 97101	**Produktionssystematik** Production 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**	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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 97121	**Handhabungs- und Montagetechnik** Industrial handling and assembly technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS) Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Schlichte Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092

		Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 319238	**Industrie 4.0 für Ingenieure** Industry 4.0 for engineers	**2,5 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. 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 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** 94500	**Dynamik starrer Körper** Dynamics of rigid bodies	**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.-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**	Empfohlen: 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**	Nebenfach Maschinenbau: Technische Mechanik Bachelor of Science Informatik 20092
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) Tutorium: Statik und Festigkeitslehre (Tut) (2 SWS) Übung: Statik und Festigkeitslehre (Ü) (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Xiyu Chen Simon Heinrich Tan Tran Gamal Amer Deepak Jadhav	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker 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**	Organisatorisches: 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**	Nebenfach Maschinenbau: Technische Mechanik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 94510	**Grundlagen der Messtechnik** Fundamentals of metrology	**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. 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**	Nebenfach Maschinenbau: Qualitätsmanagement und Messtechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 22850	**Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1** Medical knowledge processing 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. med. Lorenz Kapsner Philipp Unberath Prof. Dr. med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Dennis Toddenroth
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 22910	**Informationssysteme im Gesundheitswesen**	**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. med. Thomas Ganslandt
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Prof. Dr. Wolfgang Uter PD Dr. Heiko Gaßner Prof. Dr. Oliver Amft PD Dr. Meik Kunz 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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** 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, SoSe 2025)	-
3	Lehrende	Dr. Jana Dahlmanns Prof. Dr. Christian Alzheimer Prof. Dr. Peter Soba	

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**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Prof. Dr. Wolfgang Uter PD Dr. Heiko Gaßner Prof. Dr. Oliver Amft PD Dr. Meik Kunz 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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** 97121	**Handhabungs- und Montagetechnik** Industrial handling and assembly technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS) Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Simon Schlichte Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092

		Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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. Florian Risch	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl	

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) This is a vhb course (online).
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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Electronic exam (online), 60min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Electronic exam (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** 92880	**Robotics Frameworks** Robotics frameworks	**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. 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**	Recommended 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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	Simon Schlichte Prof. Dr.-Ing. Florian Risch Adrian Peter Wolfgang Hagen	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 94946	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service** Industry 4.0 - Application scenarios in production and service	**2,5 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. 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 94947	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering** Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Reichenstein Prof. Dr. Ulrich Löwen	

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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 94951	**Grundlagen der Robotik** Fundamentals of robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Reitelshöfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Das Modul Grundlagen der Robotik richtet sich insbesondere an die Studierenden der Informatik, des Maschinenbaus, der Mechatronik, der Medizintechnik sowie des Wirtschaftsingenieurwesens. Es 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. Es werden weiterhin die Grundlagen des Robot Operating System (ROS) vermittelt und es wird durch praktische Übungen die Arbeit und Roboterprogrammierung mit ROS erlernt. Das Modul 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 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. Die Studierenden sind 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl Prof. Dr. Nico Hanenkamp Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 95270	**Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System** Machine tools as a mechatronic system	**2,5 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. 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 95340	**Automotive Engineering I** Automotive engineering	**2,5 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. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Das Modul 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 im Modul 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 des Moduls 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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** 97101	**Produktionssystematik** Production 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**	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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 319238	**Industrie 4.0 für Ingenieure** Industry 4.0 for engineers	**2,5 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. 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**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092 Nebenfach Maschinenbau: Fertigungsautomatisierung und Produktionstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 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** 95350	**Mechatronische Systeme im Maschinenbau II** Mechatronic systems in mechanical engineering II	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Eva Russwurm David Kunz Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm
5	**Inhalt**	Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services • Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik • Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau: Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen • Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte • Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung • Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern. • mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungsbasierte Kompensation durchzuführen. • mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen. • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären. • eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen. • Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Maschinenbau: Computerintegrierte Produktion Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

Psychologie als Nebenfach für Informatik

1	**Modulbezeichnung** 78386	**Einführungsmodul** Introductory module	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (bestanden/nicht bestanden)
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 Differentielle und Persönlichkeitspsychologie: Teil 1 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Differentielle und Persönlichkeitspsychologie: Teil 2 (2 SWS) Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie II (2 SWS) Proseminar: Proseminar Biologische Psychologie (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Entwicklungspsychologie, Teil 2, Frau Prof. Dr. Tina Kretschmer (2 SWS) Proseminar: Proseminar Allgemeine Psychologie I: Kognition (2 SWS)	3 ECTS 3 ECTS 3 ECTS - 3 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Frieder Lang Prof. Dr. Oliver Schultheiss Prof. Dr. Nicolas Rohleder Prof. Dr. Tina Kretschmer 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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**	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.

1	**Modulbezeichnung** 78389	**Anwendungsmodul** Applied module	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung Pädagogische Psychologie, Frau Prof. Dr. Tina Kretschmer Proseminar: PS Klinische Psychologie I: Psychische Störungen 2 (2 SWS) Vorlesung: Vorlesung Arbeitspsychologie (2 SWS)	- 3 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Tina Kretschmer Prof. Dr. Cornelia Weise 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

Praktikum Informatik

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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092

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** 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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93205	**Praktikum Entwicklung digitaler Lernstationen** Laboratory course: Development of digital learning stations	**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. Marc-Pascal Berges
5	**Inhalt**	Die Studierenden planen eigenständig in Kleingruppen digitale Lernstationen. Dabei steht das explorative Lernparadigma im Vordergrund. User Experience, Motivation und Selbstwirksamkeitserwartungen werden thematisiert und von den Studierenden in den Lernstationen umgesetzt. Agile Softwareentwicklung im Team bildet die Grundlage für die Entwicklung der Lernstationen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind in der Lage eine digitale Lernstation unter Berücksichtigung von Lerntheorien zu planen. Die Studierenden sind in der Lage sich als Team auf Basis agiler Methoden zu organisieren. Die Studierenden sind in der Lage eine digitale Lernstation zu implementieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Programmierkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Die Studierenden erstellen einen Praktikumsbericht, der sowohl den Lernprozess im Sinne des refexiven Schreibens, als auch die entstandenen Produkte dokumentiert.
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**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93094	**Applied Software Engineering Bachelor-Praktikum** Applied software engineering Bachelor's Internship	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Applied Software Engineering Bachelor-Praktikum	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Julian Hirsch Prof. Dr. Dirk Riehle
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**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092

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: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	Lehrbuch der Softwaretechnik (Band 1), Helmut Balzert, 2000

1	**Modulbezeichnung** 278855	**Praktikum Lego Mindstorms** Laboratory course: Lego mindstorms	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum: Lego Mindstorms (0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Dr.-Ing. Stefan Wildermann
5	**Inhalt**	Informatik befasst sich nicht nur mit der Programmierung von Desktop-Rechnern. Vielmehr können Computer in immer mehr Gegenständen unseres Alltags oder in bestimmten technischen Kontexten gefunden werden. Man spricht hier von eingebetteten Systemen. Auch Roboter stellen solche eingebetteten Systeme dar. Ein Roboter erwacht durch sein Programm zum Leben. Die Programmierung von Robotern stellt einerseits eine Herausforderung dar. Andererseits ist sie aber auch mit viel Spaß verbunden. In diesem Modul werden LEGO Mindstorms Roboter verwendet, die mittels der Sprache Java programmiert werden. Dazu wird das Betriebssystem leJOS verwendet. Ziel des Moduls ist es, die Teamfähigkeit weiterzuentwickeln, indem ein praktisches Thema als Gruppe bearbeitet wird, Kenntnisse und Fertigkeiten in der Projektorganisation zu erwerben und die Fähigkeit der Problemlösung zu schulen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Fachkompetenz - Erschaffen** • Die Studierenden erstellen Lösungsideen für die Projekte und implementieren diese in Java für Lego Mindstorms Roboter. **Selbstkompetenz** • Die Studierenden schätzen ihre Stärken ab, um eine geeignete Arbeitsaufteilung innerhalb der Gruppe zu finden. **Sozialkompetenz** • Die Studierenden erarbeiten gemeinsam Projektpläne und -dokumentation im Themengebiet Robotik. • Die Studierenden organisieren selbstständig die gemeinsame Durchführung des Projekts und führen diese kooperativ in Gruppen durch.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus erfolgreicher Umsetzung einer Projektaufgabe, einem Abschlussvortrag (Dauer: ca. 25 min) und einem Praktikumsbericht (ca. 12 Seiten). Die Modulnote ergibt sich aus 20% Abschlussvortrag,

		40% Praktikumsbericht und 40% Bewertung der umgesetzten Projektaufgabe.
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**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/lego-mindstorms-praktikum/

1	**Modulbezeichnung** 344655	**Secure Web Development**	**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**	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**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 93111	**Rechnerarchitekturen für Deep-Learning Anwendungen** Computer architectures for deep-learning applications	**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. 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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93129	**NWERC Praktikum** NWERC Training	**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. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	Programmierwettbewerbe wie der International Collegiate Programming Contest (ICPC) bieten eine Möglichkeit, die eigenen Programmier- und Teamfähigkeiten an einer Vielzahl algorithmischer Probleme zu testen. Dabei stammen die Aufgaben aus verschiedenen Gebieten, wie Geometrie, Kombinatorik, String-Verarbeitung und Zahlentheorie. Die Studierenden treten in 3er-Teams an, haben aber nur einen Computer zur Verfügung. Neben fachlichem Verständnis ist die Teamstrategie entscheidend für den Erfolg der Gruppe. Die Wettbewerbe werden auf drei Ebenen abgehalten: • Lokal an jeder Universität. In Deutschland findet diese in der Regel im Sommer unter dem Namen "German Collegiate Programming Contest - GCPC" statt. An diesem Wettbewerb können alle Studierenden teilnehmen. • Regional in weltweit mehr als 30 Regionalausscheidungen, zu denen jede Universität maximal 3 Teams entsenden darf. Die FAU nimmt am North Western European Regional Contest (NWERC) teil, bei dem jeweils im Herbst die besten Teams für das Finale ermittelt werden. • Die World Finals finden im Frühling des darauffolgenden Jahres statt. Die zwei besten Teams jeder Region dürfen an den World Finals teilnehmen. Dieses Praktikum richtet sich an Studierende, die bereits am lokalen Wettbewerb (GCPC) teilgenommen haben und sich dabei durch herausragende Leistung für die engere Auswahl qualifiziert haben, um für die FAU beim NWERC antreten zu dürfen. Das Praktikum setzt sich aus drei Komponenten zusammen: • Teamcontests (Juni bis Mitte November): Über die gesamte Praktikumsdauer werden voraussichtlich 25 Probe-Wettbewerbe (die genaue Anzahl kann erst zu Semesterbeginn festgelegt werden), zu je 5 Stunden abgehalten (insgesamt ca. 200 Aufgaben). Die Studierenden trainieren dabei in 3er-Teams mit wechselnder Besetzung. Nach jedem Probe-Wettbewerb werden die Lösungsansätze der gestellten Aufgaben besprochen. Danach haben die Teilnehmer zwei Wochen lang die Möglichkeit, eigenständig erarbeitete Lösungen für ungelöste Aufgaben auf der zur Verfügung gestellten Plattform (DOMJudge) einzureichen. Eine Aufgabe wird als gültig eingestuft, wenn sie alle Testfälle in einer vorgegebenen Zeit bestanden hat. Alle eingereichten

		Lösungsversuche werden sofort und automatisch evaluiert. Die Studierenden erhalten eine entsprechende Rückmeldung und es dürfen beliebig viele Lösungsversuche eingereicht werden. • Trainingslager (Anfang September): Anfang September findet ein 3-tägiges Trainingslager statt, bei dem anhand von weiteren Probe-Wettbewerben Teamstrategien trainiert werden. Die Übernachtungskosten werden von der Universität übernommen. Die Teilnehmer müssen nur für die Verpflegung aufkommen. Die Teilname am Trainingslager ist verpflichtend, um die Bewertung der Teamfähigkeit zu ermöglichen. • Einzelcontests (bis Mitte September): Nach dem Trainigslager finden zwei 5-stündige Einzelwettbewerbe statt, an denen die Studierenden individuell teilnehmen und bewertet werden. Wie bei den Teamcontests werden die Aufgaben nachbesprochen und die Studierenden haben die Möglichkeit, Lösungen innerhalb von zwei Wochen nachzureichen. Die Leistung und Teamfähigkeit entscheiden über die Teilnahmemöglichkeit am Wettbewerb auf regionaler Ebene (NWERC). Bis Mitte September, nach den Einzelcontests, werden die neun best geeigneten Studierenden ausgewählt. Diese dürfen in drei Teams am NWERC für die FAU teilnehmen. Die Teilnahme und Platzierung am NWERC beeinflusst die Benotung nicht. Die Unterrichtssprache ist Deutsch, nur die Aufgabenstellungen sind in englischer Sprache verfasst.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*A - Methodenkompetenz* Die Studierenden • bewerten verschiedene Algorithmen hinsichtlich ihrer Eignung für vorgegebene Problemstellungen • priorisieren die Bearbeitung verschiedener Aufgaben, indem sie den Schwierigkeitsgrad und Umfang der zu erwartenden Lösung bewerten • entwickeln eine Strategie, die benötigten Algorithmen in kurzer Zeit zu implementieren und anzupassen • erarbeiten neue effiziente Algorithmen zur Lösung der Aufgaben und setzen diese schnell und fehlerfrei um • testen/überprüfen eigenen und fremden Code und beheben selbständig dabei gefundene Fehler *B - Selbst- und Sozialkompetenz:* Die Studierenden • kennen die eigenen Stärken und Schwächen und setzen dieses Wissen bei der Auswahl und Priorisierung der zu bearbeitenden Aufgaben zielführend ein • entwickeln gemeinsam eine Lösung(sstrategie) und unterstützen sich gegenseitig bei der Umsetzung • arbeiten in Gruppen kooperativ und verantwortlich, halten sich an vereinbarte Regeln und gehen offen auf andere zu • zeigen eine positive Grundhaltung anderen gegenüber, handeln partner- und situationsgerecht

		• gehen mit Konflikten angemessen um und kommunizieren und handeln fair
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Das Praktikum setzt sich aus drei Komponenten zusammen: • Teamcontests (Juni bis Mitte November): Über die gesamte Praktikumsdauer werden voraussichtlich 25 Probe-Wettbewerbe (die genaue Anzahl kann erst zu Semesterbeginn festgelegt werden), zu je 5 Stunden abgehalten (insgesamt ca. 200 Aufgaben). Die Studierenden trainieren dabei in 3er-Teams mit wechselnder Besetzung. Nach jedem Probe-Wettbewerb werden die Lösungsansätze der gestellten Aufgaben besprochen. Danach haben die Teilnehmer zwei Wochen lang die Möglichkeit, eigenständig erarbeitete Lösungen für ungelöste Aufgaben auf der zur Verfügung gestellten Plattform (DOMJudge) einzureichen. Eine Aufgabe wird als gültig eingestuft, wenn sie alle Testfälle in einer vorgegebenen Zeit bestanden hat. Alle eingereichten Lösungsversuche werden sofort und automatisch evaluiert. Die Studierenden erhalten eine entsprechende Rückmeldung und es dürfen beliebig viele Lösungsversuche eingereicht werden. • Trainingslager (Anfang September): Anfang September findet ein 3-tägiges Trainingslager statt, bei dem anhand von weiteren Probe-Wettbewerben Teamstrategien trainiert werden. Die Übernachtungskosten werden von der Universität übernommen. Die Teilnehmer müssen nur für die Verpflegung aufkommen. Die Teilname am Trainingslager ist verpflichtend, um die Bewertung der Teamfähigkeit zu ermöglichen. • Einzelcontests (bis Mitte September): Nach dem Trainigslager finden zwei 5-stündige Einzelwettbewerbe statt, an denen die Studierenden individuell teilnehmen und bewertet werden. Wie bei den Teamcontests werden die Aufgaben nachbesprochen und die Studierenden haben die Möglichkeit, Lösungen innerhalb von zwei Wochen nachzureichen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-319-72547-5

1	**Modulbezeichnung** 93142	**The AMOS Project (SD Role, PROJ 10 ECTS)** The AMOS Project (SD Role, Proj 10 ECTS)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: The AMOS Project (VL) Übung: The AMOS Project (UE)	- -
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**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93155	**Praktikum Mustererkennung** Laboratory course: Pattern recognition	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mustererkennung (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Vincent Christlein Felix Denzinger Fabian Wagner
5	**Inhalt**	At the Pattern Recognition Lab we offer practical topics that are connected to our current research in the fields of pattern recognition & machine learning, medical image processing, and big data applications. Other than a course with fixed topic, topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. Also smaller 5 ECTS projects are available. The goal of this practical course is to familiarize the students with a Pattern Recognition System. Am Lehrstuhl für Mustererkennung bieten wir Praktika an, die mit unserer aktuellen Forschung in den Bereichen Mustererkennung & maschinelles Lernen, medizinische Bildverarbeitung und große Datenanwendungen verbunden sind. Im Gegensatz zu einem Kurs mit festem Thema werden die Themen individuell festgelegt. Das 10 ECTS-Projekt richtet sich an Studierende der Informatik. Auch kleinere 5 ECTS-Projekte sind möglich. Das Ziel dieses Praktikums ist es, die Studenten mit einem Mustererkennungssystem vertraut zu machen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten sich in komplexe Softwaresysteme ein und erweitern diese • lernen, wie ein Mustererkennungssystem zu entwickeln ist • lernen, eigenständig Lösungsvorschläge auszuarbeiten und umzusetzen • dokumentieren die von ihnen geschriebene Software The students • familiarize themselves with complex software systems and extend them • learn to develop a pattern recognition system • learn to independently develop and implement proposed solutions • create documentation for the software written by them
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung At the Pattern Recognition Lab we offer practical topics that are connected to our current research in the fields of pattern recognition &

		machine learning, medical image processing, and big data applications. Other than a course with fixed topic, topics are defined individually. The 10 ECTS project is directed towards students of computer science. Also smaller 5 ECTS projects are available. The goal of this practical course is to familiarize the students with a Pattern Recognition System. Am Lehrstuhl für Mustererkennung bieten wir Praktika an, die mit unserer aktuellen Forschung in den Bereichen Mustererkennung & maschinelles Lernen, medizinische Bildverarbeitung und große Datenanwendungen verbunden sind. Im Gegensatz zu einem Kurs mit festem Thema werden die Themen individuell festgelegt. Das 10 ECTS-Projekt richtet sich an Studierende der Informatik. Auch kleinere 5 ECTS-Projekte sind möglich. Das Ziel dieses Praktikums ist es, die Studenten mit einem Mustererkennungssystem vertraut zu machen.
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** 93162	**Softwareentwicklungspraktikum Lehramt** Software development lab for teaching degree students	**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. Marc-Pascal Berges
5	**Inhalt**	Agile Entwicklung eines Projektes/Programms für den Einsatz im Unterricht Organisation eines größeren Projektes Zeitmanagement Kommunikation in der Gruppe
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden - entwickeln in Gruppen ein lauffähiges Programm für den Einsatz im Unterricht - verwalten ihren Projektfortschritt mit Hilfe eines Projektboards - lernen agile Entwicklung und deren Einsatzmöglichkeit im Unterricht kennen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird der erfolgreiche Abschluss der folgenden Module als Voraussetzung empfohlen: • Einführung in die Programmierung • Einführung in die Algorithmik • Einführung in Datenbanken • Einführung in das Software Engineering
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Prüfungsleistung: Entwicklung und Vorstellung eines Softwareprojektes in Gruppen. Die Vorstellung erfolgt in einem 20-30minütigem Vortrag. Die Entwicklung wird durch einen 30-60 seitigen Praktikumsbericht dokumentiert.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 120 h Eigenstudium: 180 h
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Best Practice Software-Engineering, A.Schatten, Spektrum Verlag

		Software-Qualität, Dirk W. Hoffmann, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 93187	**Praktikum Künstliche Intelligenz (BSc)** Laboratory course: Artificial intelligence (BSc)	**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. Michael Kohlhase
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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93192	**Hackerpraktikum Bachelor** Hacking lab (Bachelor´s students)	**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**	In diesem Praktikum lernen die 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 Teilnehmer bzgl. sicherheitsrelevanten 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 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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 250 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93197	**Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme** Laboratory course: Development of cyber-physical embedded 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**	Joachim Falk
5	**Inhalt**	Technische Systeme machen den Alltag immer angenehmer. Unsere Ansprüche steigen dabei stetig und so erwarten wir, dass unsere Geräte immer mehr Funktionen bieten, und gleichzeitig immer einfacher zu bedienen sind. Eingebettete Systeme, also spezialisierte Computer, die direkt in technische Systeme integriert sind, sind dabei seit Jahren das Mittel der Wahl, um unseren Geräten die benötigte Intelligenz zu verpassen. Es hat sich gezeigt, dass es immer wichtiger wird, dass diese Systeme noch mehr mit ihrer Umwelt und vor allem dem Menschen interagieren. Ein Paradebeispiel hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Fahrzeugen. Derartige Systeme erhöhen nicht nur den Komfort, sondern vor allem auch die Sicherheit aktueller Automobile. Diese stark mit ihrer Umwelt interagierenden, eingebetteten Systeme nennt man auch Cyberphysical Systems. Das Praktikum Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme" behandelt die Entwicklung und Programmierung derartiger Systeme. In drei Abschnitten bietet das Praktikum Einblick in alle Phasen der Entwicklung eingebetteter Systeme. Dabei entwickeln wir ein Objekterkennungssystem, bei dem ein Objekt erkannt werden soll, um dessen Position zur Steuerung der von Ihnen entwickelten Software einzusetzen. • In Phase I entwickeln wir Filter- und Objekterkennungsalgorithmen, mit deren Hilfe Objekte automatisch in einem Videostrom detektiert werden sollen. Das Erkennen soll möglichst zuverlässig und bei wechselnden Umgebungsbedingungen funktionieren. • In Phase II portieren wir die entwickelten Algorithmen auf das eingebettete System. Wir verändern allerdings nicht die Programmierung eines Autos, sondern führen die Umsetzung anhand eines virtuellen Prototypen durch. Mittels des virtuellen Prototypen entscheiden wir dann, was in Software und was in Hardware implementiert werden soll. • In Phase III testen wir unsere Entwicklungen auf einem realen System. Für diesen Zweck steht uns ein am Lehrstuhl entwickelter Demonstrator zur Verfügung. Dadurch lassen sich die entwickelten Filter auf einem realen System testen. Der Demonstrator verfügt über eine Kamera, die den Bereich vor dem Demonstrator überwacht. Die Kameradaten werden

		anschließend an die selbst entwickelten Module weitergeleitet. Diese erzeugen im Anschluss Steuersignale für einen Motor, der einen verfahrbaren Schlitten antreibt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden legen Konzepte des modellbasierten Entwurfs eingebetteter Systeme dar. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden veranschaulichen die Hauptaufgaben beim Systementwurf auf verschiedenen Abstraktionsebenen von der Anwendung selbst, dem Gesamtsystem, bis hinunter zu einem Hardwaremodul. • Die Studierenden schildern den Entwurf eines System von der Idee, über die Spezifikation bis zur Implementierung, der Analyse und letztendlich der Validierung an einem realen mechatronischen Versuchsaufbau. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden setzen die Integration von digitalen Hardware- und Software-Komponenten um. • Die Studierenden wenden die Programmiersprachen C/C++/ SystemC für die Entwicklung von Hardware- und Software-Komponenten an. Selbstkompetenz • Die Studierenden schätzen ihre individuellen Stärken ab, um einen geeignete Arbeitsaufteilung innerhalb der Gruppe festzulegen. Sozialkompetenz • Die Studierenden erarbeiten gemeinsam Schnittstellendefinitionen über Gruppengrenzen hinweg. • Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus Abschlussvortrag (Dauer: 25 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller wöchentlichen Praktikumsaufgaben (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls). Die Modulnote ergibt sich aus 50% Abschlussvortrag und 50% Mitarbeit im Praktikum basierend auf den abgegebenen Praktikumsaufgaben.
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/entwicklung-interaktiver-eingebetteter-systeme/

1	**Modulbezeichnung** 93198	**Product Management** Product management	**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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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: ?? 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** 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 Philipp Klein
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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 113845	**Praktikum angewandte Systemsoftwaretechnik** Laboratory course: Applied systems software technology	**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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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: ?? 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** 182798	**Supercomputing Praktikum** Student cluster competition	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Supercomputing Praktikum (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey
5	**Inhalt**	Das Supercomputer Praktikum bereitet die Studierenden auf eine Teilnahme an der Student Cluster Competition(SCC). Im Rahmen des Wettbewerbs muss ein Teil eines Supercomputers so eingerichtet werden, dass klassische Benchmarks und andere HPC-Anwendungen möglichst performant und effizient ausgeführt werden können. Die Studierenden bearbeiten dafür im Semester die folgenden Themen: - Aufbau und Komponenten von Supercomputern - Benchmarking von Anwendung bezüglich Rechenleistung und Energieverbrauch in HPC-Systemen - Konfiguration, Administration und Debugging von Supercomputern Des Weiteren lernen die Studierenden sich selbstständig als Team zu organisieren und den Ablauf und Teilnahme eines Bewerbungsprozesses in einem professionellen Umfeld.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende... - haben alle notwendigen Fähigkeiten erworben, um an dem Student Cluster Competition auf der SC oder ISC teilzunehmen, - können einen Cluster-Computer ingenieurmäßig entwerfen und zusammenbauen, - verstehen und konfigurieren die speziellen Hardware-Architekturen von HPC-Systemen, - können HPC-Anwendungen installieren, messen und optimieren, - können den Zustand des Systems zu überwachen und es bei Bedarf zu reparieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	- Grundkenntnisse der UNIX-Systeme und der Programmierung in C oder C++ - Bereitschaft in die USA zu reisen um am Wettbewerb teilzunehmen (Reisekosten werden übernommen)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 100 h Eigenstudium: 200 h

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

1	**Modulbezeichnung** 240715	**Grafik-Praktikum Game Programming** Laboratory course: Games programming (GraPra)	**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.-Ing. Frank Bauer 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: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 594684	**Praktikum Enterprise Computing**	**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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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: ?? 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** 695344	**HPC Software Projekt** HPC Software project	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: HPC Software Projekt (8 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Harald Köstler	

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**	Semester: 7
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 716025	**Praktikum: Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme** Laboratory course: Development of cyber-physical embedded 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**	Joachim Falk
5	**Inhalt**	Technische Systeme machen den Alltag immer angenehmer. Unsere Ansprüche steigen dabei stetig und so erwarten wir, dass unsere Geräte immer mehr Funktionen bieten, und gleichzeitig immer einfacher zu bedienen sind. Eingebettete Systeme, also spezialisierte Computer, die direkt in technische Systeme integriert sind, sind dabei seit Jahren das Mittel der Wahl, um unseren Geräten die benötigte Intelligenz zu verpassen. Es hat sich gezeigt, dass es immer wichtiger wird, dass diese Systeme noch mehr mit ihrer Umwelt und vor allem dem Menschen interagieren. Ein Paradebeispiel hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Fahrzeugen. Derartige Systeme erhöhen nicht nur den Komfort, sondern vor allem auch die Sicherheit aktueller Automobile. Diese stark mit ihrer Umwelt interagierenden, eingebetteten Systeme nennt man auch Cyberphysical Systems. Das Praktikum Entwicklung interaktiver eingebetteter Systeme" behandelt die Entwicklung und Programmierung derartiger Systeme. In drei Abschnitten bietet das Praktikum Einblick in alle Phasen der Entwicklung eingebetteter Systeme. Dabei entwickeln wir ein Objekterkennungssystem, bei dem ein Objekt erkannt werden soll, um dessen Position zur Steuerung der von Ihnen entwickelten Software einzusetzen. • In Phase I entwickeln wir Filter- und Objekterkennungsalgorithmen, mit deren Hilfe Objekte automatisch in einem Videostrom detektiert werden sollen. Das Erkennen soll möglichst zuverlässig und bei wechselnden Umgebungsbedingungen funktionieren. • In Phase II portieren wir die entwickelten Algorithmen auf das eingebettete System. Wir verändern allerdings nicht die Programmierung eines Autos, sondern führen die Umsetzung anhand eines virtuellen Prototypen durch. Mittels des virtuellen Prototypen entscheiden wir dann, was in Software und was in Hardware implementiert werden soll. • In Phase III testen wir unsere Entwicklungen auf einem realen System. Für diesen Zweck steht uns ein am Lehrstuhl entwickelter Demonstrator zur Verfügung. Dadurch lassen sich die entwickelten Filter auf einem realen System testen. Der Demonstrator verfügt über eine Kamera, die den Bereich vor dem Demonstrator überwacht. Die Kameradaten werden

		anschließend an die selbst entwickelten Module weitergeleitet. Diese erzeugen im Anschluss Steuersignale für einen Motor, der einen verfahrbaren Schlitten antreibt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz - Wissen • Die Studierenden legen Konzepte des modellbasierten Entwurfs eingebetteter Systeme dar. Fachkompetenz - Verstehen • Die Studierenden veranschaulichen die Hauptaufgaben beim Systementwurf auf verschiedenen Abstraktionsebenen von der Anwendung selbst, dem Gesamtsystem, bis hinunter zu einem Hardwaremodul. • Die Studierenden schildern den Entwurf eines System von der Idee, über die Spezifikation bis zur Implementierung, der Analyse und letztendlich der Validierung an einem realen mechatronischen Versuchsaufbau. Fachkompetenz - Anwenden • Die Studierenden setzen die Integration von digitalen Hardware- und Software-Komponenten um. • Die Studierenden wenden die Programmiersprachen C/C++/ SystemC für die Entwicklung von Hardware- und Software-Komponenten an. Selbstkompetenz • Die Studierenden schätzen ihre individuellen Stärken ab, um einen geeignete Arbeitsaufteilung innerhalb der Gruppe festzulegen. Sozialkompetenz • Die Studierenden erarbeiten gemeinsam Schnittstellendefinitionen über Gruppengrenzen hinweg. • Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Die Sprache des Abschlussvortrags ist abhängig von der Wahl des Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Bewertung der Prüfungsleistung setzt sich zusammen aus Abschlussvortrag (Dauer: 25 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Praktikumsaufgaben (verpflichtend). Die Modulnote ergibt sich aus 50% Abschlussvortrag und 50% Mitarbeit im Praktikum.
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/praktika/entwicklung-interaktiver-eingebetteter-systeme/

1	**Modulbezeichnung** 917928	**Nailing your Thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)** Nailing your thesis (VUE+PROJ 10-ECTS)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nailing your Thesis (UE) (2 SWS) Vorlesung: Nailing your Thesis (VL) Hauptseminar: Nailing your Thesis (PROJ) (2 SWS)	2,5 ECTS - 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

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**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	See https://nyt.uni1.de

1	**Modulbezeichnung** 93075	**Bachelor-Praktikum Datenmanagement** Bachelor’s lab: Data management	**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. Richard Lenz
5	**Inhalt**	Die Teilnehmerinnen und 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 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern zu sprechen, die diese Projekte durchführen. Themenvorschläge finden sich im zugeordneten StudOn-Kurs.
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**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung • Praktikum (Team-Arbeit, Arbeitsorganisation, Zeitplanung, Code, Dokumentation) • Fachvortrag (20 min) • mündliche Prüfung (20 min).
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) bestehend aus: • 50% Praktikum • 30% Fachvortrag • 20% mündliche Prüfung (20 min).
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 200 h Eigenstudium: 100 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93207	**Die Enigma: Geschichte, Theorie und Rekonstruktion** The Enigma: History, theory and reconstruction	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum die Enigma: Geschichte, Theorie und Rekonstruktion	-
3	Lehrende	Dr. phil. Felix Schmutterer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. phil. Felix Schmutterer
5	**Inhalt**	Das Projekt zur Enigma-Maschine kombiniert Geschichte, Verschlüsselungstheorie und moderne Technologie. Die Teilnehmer tauchen in die faszinierende Geschichte der Enigma ein, lernen die Grundlagen der Verschlüsselung und Entschlüsselung kennen und verstehen die Bedeutung dieses Geräts während des Zweiten Weltkriegs. Durch praktische Anwendung werden sie mit dem 3D-Druckverfahren vertraut gemacht, um eine funktionsfähige Rekonstruktion der Enigma-Maschine herzustellen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden - entwickeln ein tiefgreifendes Verständnis für die Funktionsweise von Verschlüsselungsalgorithmen und verstehen gleichzeitig die historische Bedeutung der Enigma-Maschine für den Verlauf des Zweiten Weltkriegs erfassen. - erwerben praktische Fähigkeiten im Umgang mit moderner Technologie wie dem 3D-Druck. - stärken Teamarbeit und Problemlösungsfähigkeiten. Am Ende des Projekts sollen die Teilnehmer nicht nur eine funktionierende Enigma-Replik haben, sondern auch ein tieferes Verständnis für die Schnittstelle von Geschichte, Technologie und Verschlüsselung gewonnen haben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Referat und schriftliche Hausarbeit (10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) Die Modulnote ist gewichtet zu 40% aus dem Referat und zu 60% aus der Hausarbeit.
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** 93067	**Project Symbolic Natural Language Processing**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! none	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This project module is a companion to the course "Logic-based Natural Languae Semantics" and gives students the opportunity to consolidate the theoretical insights from that course in practical formalization projects in the GLIF system.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to apply advanced theoretical knowledge representation concepts in a state-of-the-art symbolic AI sytstem and thereby understand them much more thoroughly.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	This project module is a companion to the (theory) course "Logic-Based Natural Language Semantics" and should only be attempted in parallel or after that course. The course builds on knowledge about propositional and first-order logic as they are covered e.g. in the course Artificial Intelligence I by the same instructor. Without prior exposure, working familiarity to, and a liking of formal logic and inference methods the course is very hard as they need to be reviewed in parallel to the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Students solve (under supervision) a series of mathematical knowledge representation and inference problems of increasing difficulty. They present one solution to the group.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%) The solutions count 85% and the presentation 15% of the final grade.
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** 93065	**Project Knowledge Representation for Mathematical Theories** Project Symbolic Natural Language Processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! none	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This project module is a companion to the course "Knowledge Representation for Mathematical Theories" and gives students the opportunity to consolidate the theoretical insights from that course in practical formalization projects in the MMT (Meta-Meta Toolkit) system.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to apply advanced theoretical knowledge representation concepts in a state-of-the-art symbolic AI sytstem and thereby understand them much more thoroughly. Concretely the projects cover • Theories and theory morphisms in MMT • Representing Logics and Inference systems in LF via the Curry/Howard Isomorphism • Representing Axiomatic Set Theories • Representing Logical Sematnics via Views in MMT
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	This project module is a companion to the (theory) course "Knowledge Representation for Mathematical Theories" and should only be attempted in parallel or after that course. The course builds on knowledge about propositional and first-order logic as they are covered e.g. in the course Artificial Intelligence I by the same instructor. Without prior exposure, working familiarity to, and a liking of formal logic and inference methods the course is very hard as they need to be reviewed in parallel to the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Students solve (under supervision) a series of mathematical knowledge representation and inference problems of increasing difficulty. They present one solution to the group.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) The solutions count 85% and the presentation 15% of the final 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**	

Seminar

1	**Modulbezeichnung** 44590	**Konzepte von Betriebssystem-Komponenten**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Systemsoftwaretechnik	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr. rer. nat. Christian Berger	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture. Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.
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** 304439	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)** Nailing your thesis (VUE 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nailing your Thesis (UE) (2 SWS) Vorlesung: Nailing your Thesis (VL)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 319374	**Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene** Seminar: "Hello World!" for advanced students	**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. Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Daniela Novac
5	**Inhalt**	Programmierwettbewerbe wie der **International Collegiate Programming Contest (ICPC)** der ACM bieten die Möglichkeit, die eigenen Programmier- und Teamfähigkeiten an einer Vielzahl algorithmischer Probleme aus ganz verschiedenen Gebieten wie Geometrie, Kombinatorik, String-Verarbeitung und Zahlentheorie zu testen. Dabei treten die Studenten in 3er-Teams an, haben aber nur einen Computer zur Verfügung. Oft ist die Teamstrategie entscheidend für den Erfolg der Gruppe. In diesem Seminar werden wichtige Algorithmen zur Lösung von Problemen aus den verschiedenen Gebieten in wöchentlichen, studentischen Vorträgen vorgestellt und Standardverfahren eingeübt. Neben den Vorträgen werden die aktuell zu lösenden Aufgaben in einer simulierten Wettbewerbssituation in 3er-Teams besprochen und Lösungsansätze in der Gesamtgruppe diskutiert. Das Seminar bereitet auf die Teilnahme am Programmierwettbewerb der Universität Erlangen-Nürnberg Ende des Sommersemesters vor. Es besteht Teilnahmepflicht für diesen Wettbewerb.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage: • erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten, • sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten, • Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden, • eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln, • einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren, • grundlegendende und fortgeschrittene Algorithmen aus diversen Themengebieten darzulegen, • den Zusammenhang zwischen der Laufzeit und dem Speicherverbrauch von Programmen und der theoretischen Komplexität (O-Kalkül) anzugeben, • algorithmische Probleme zu analysieren und die gelernten Algorithmen zur Lösung anzuwenden, • Lösungsideen in Kleingruppen zu entwickeln und diese in der Gesamtgruppe zu präsentieren.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	AuD (oder GdP), Spaß am Programmieren, Teilnahme am ICPC
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Für Bachelor-Seminarschein: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt, Anwesenheit bei den Vorträgen, Prüfung (15 Minuten) über den eigenen Vortrag. Für Master-Seminarschein: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt (10 schwere Aufgaben), Anwesenheit bei den Vorträgen, Prüfung (30 Minuten) über den eigenen Vortrag und zwei weitere Themengebiete. Scheinkriterien für Schlüsselqualifikation: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt, Anwesenheit bei den Vorträgen, nicht mit Informatik als Haupt-/Nebenfach möglich.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Note berechnet sich aus 60% Vortrag und 40% mündliche Prüfung.
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**	Skiena/Revilla, Programming Challenges. The Programming Contest Training Manual. Springer 2003. Cormen/Leiserson/Rivest/Stein, Introduction to Algorithms. MIT Press 2001.

1	**Modulbezeichnung** 396551	**IT-Sicherheits-Seminar** IT security seminar	**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. 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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 404439	**Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS)** Nailing your thesis (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Nailing your Thesis (PROJ) (2 SWS)	5 ECTS
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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 609624	**Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.)** Seminar communication systems (B.Sc.)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: Quantum Networking (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Abdalkarim Awad 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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**	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** 635405	**Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung** Knowledge representation and -processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (2 SWS)	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase apl. Prof. 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Es werden wöchentlich bis 14-täglich Aufgabenblätter verteilt, deren Lösungen von den Studierenden präsentiert werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Modulnote setzt sich zu 50% aus der Note der Präsentationen und zu 50% aus der Note eines 30-minütigen Kolloquiums zusammen.
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.

1	**Modulbezeichnung** 834345	**Systems- and Networks-on-a-Chip für INF** Systems- and networks-on-a-chip for computer scientists	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag 90 Minuten und schriftliche Ausarbeitung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Modulnote wird 50:50 aus Vortrag und schriftlicher Ausarbeitung ermittelt.
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** 871263	**Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged** Seminar: Beautiful algorithms - Algorithms unplugged	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 921878	**Blender Seminar** Blender seminar	**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**	In diesem Modul vermitteln wir grundlegende Kenntnisse über den Umgang mit 3D-Modellierungstools und zur Planung von Projekten anhand der OpenSource Software BlendER.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Studierende können... • ... mathematische Grundlagen verschiedener Beleuchtungsmodelle darlegen • ... Konzepte der Szenengestaltung und Beleuchtung reproduzieren • ... Mathematische Grundlagen zu Interpolationsverfahren darlegen • ... sich an Lizenzmodellen für eigene Werke erinnern • ... über verschiedene Strategien zur Projekt- und Teamplanung berichten Verstehen Studierende können... • ... verschiedene Verfahren zur Keyframe- oder Vertexinterpolation schildern • ... Probleme bei der Erstellung von Geometrie aufzeigen • ... Probleme des Photon-Tracing illustrieren Anwenden Studierende können... • ... Wissen über Szenengestaltung und Beleuchtung auf konkrete Beispiele anwenden • ... eigene Materialshader auf der Grundlage vorgegebener Formeln/Vorschriften in BlendER umsetzen Analysieren • Selbstständige Projektplanung, Teamorganisation und Umsetzung eines 3D-Projektes in vorgegebenem Zeitfenstern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
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**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 941318	**Neuartige Rechnerarchitekturen** Innovative computer architectures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Neuartige Rechnerarchitekturen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Holzinger Thomas Schlögl Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Seminarleistung setzt sich wie folgt zusammen: ca. 10 Seiten Ausarbeitung und 25 Minuten Präsentation mit 50:50 Gewichtung bei der Notenfindung.
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**	

Hauptseminar

1	**Modulbezeichnung** 44590	**Konzepte von Betriebssystem-Komponenten**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Systemsoftwaretechnik	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr. rer. nat. Christian Berger	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung (30 Minuten) Referat und schriftliche Hausarbeit (10 Seiten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Note ist gewichtet, das Referat fließt zu 40% ein, die Hausarbeit zu 60%
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** 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: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
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
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** 93127	**Maschinelles Lernen: Einführung** Machine learning: Introduction	**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. Anwesenheit bei den Vorträgen der anderen Teilnehmer **erwünscht**.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Philippsen
5	**Inhalt**	Dieses Seminar führt in das Themengebiet des maschinellen Lernens (ML) ein. ML ist die Wissenschaft, Computer zum Handeln zu bewegen, ohne explizit programmiert zu werden. ML ist heute so allgegenwärtig, dass wir es wahrscheinlich täglich verwenden, ohne es zu wissen. So hat ML in den letzten Jahren beispielsweise selbstfahrende Autos, praktische Bild- und Spracherkennung und die effektive Partner- und Websuche ermöglicht. Ziel des Seminars ist eine umfassende Einführung in das maschinelle Lernen, Analyse und Verarbeitung von Daten sowie statistische Mustererkennung. Zu den Themen gehören: (1) Klassifizierungs- und Regressionsprobleme; (2) überwachtes Lernen (parametrische und nicht parametrische Algorithmen, lineare und logistische Regression, k-nächster Nachbar, Support-Vector-Machines, Entscheidungsbäume, flache neuronale Netze); (3) unüberwachtes Lernen (K-Means, Clustering, Dimensionsreduktion, PCA, LDA, Empfehlungssysteme); (4) Ensemble- und Online-Lernen; (5) Regularisierung: Modelldiagnose, Fehleranalyse und Qualitätsmetriken sowie Interpretation der Ergebnisse; (5) evolutionäre Algorithmen; (6) Anomalieerkennung und Gaußsche Verteilungen; (7) Bayes, Kalman-Filter und Gaußsche Prozesse. Die genannten Themen sind an den aktuellen Forschungsstand angepasst und wechseln sich jährlich ab. Das Seminar gibt einen Einblick in die Welt des maschinellen 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 maschinelles Lernen auszubilden und erlerntes Wissen in Form einer angeleiteten Präsentation und Ausarbeitung wissenschaftlich darzustellen und zu kommunizieren: Die Studierenden erlangen durch das Seminar die Kompetenz und das Wissen: • prinzipielle Vorgehensweisen beim maschinellen Lernen zu erläutern, • Vor- und Nachteile einzelner Methoden zu untersuchen, • Chancen und Grenzen des maschinellen Lernens zu erläutern, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren, • fachspezifische Fragen für das Gebiet zu beantworten,

		• Konzepte des Maschinellen Lernens im Allgemeinen und deren Anwendung in Applikationsgebieten der Industrie, Sozialwesen, Bildung und Sport zu erlernen, • Datenvorverarbeitung, ML-Methoden und Interpretation der Ergebnisse in konkreten Fragestellungen zu modellieren und zu adaptieren. Weiter führt das Seminar die Studierende in das wissenschaftliche Arbeiten ein, 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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Gesamtnote setzt sich zu 50% aus der Bewertung des Vortrags und zu 50% aus der Bewertung der Ausarbeitung / Implementierung zusammen: • 45-60 Minuten Seminarvortrag. • Erstellung einer Ausarbeitung mit den wesentlichen Punkten des Vortrags (keine Folienkopien, ca. 6-8 Seiten im IEEE Format für Konferenzbeiträge). • Alternativ zur Ausarbeitung kann eine Demonstration implementiert werden. In diesem Fall umfasst die Ausarbeitung (Dokumentation der Implementierung) lediglich ca. 3-4 Seiten im IEEE Format für Konferenzbeiträge. • Vortrag und Ausarbeitung sollten auf Englisch erfolgen. • Fertigstellung der Folien bis spätestens einer Woche vor dem Vortragstermin. • Fertigstellung der Ausarbeitung bis zum Ende des Semesters.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)

		Die Gesamtnote setzt sich zu 50% aus der Bewertung des Vortrags und zu 50% aus der Bewertung der Ausarbeitung / Implementierung zusammen.
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**	• A. Müller und S. Guido: Introduction to Machine Learning with Python: A Guide for Data Scientists, O'Reilly UK Ltd., 2016 • K. P. Murphy: Machine learning - a probabilistic perspective, Adaptive computation and machine learning series, MIT Press, 2012. • 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. • T. M. Mitchell: Machine Learning, McGraw-Hill Education Ltd., 1997 • F. V. Jensen: An Introduction To Bayesian Networks, Springer, 1996 • J. A. Freeman: Simulating neural networks - with Mathematica, Addison-Wesley Professional, 1993 • J. A. Hertz und A. Krogh und R. G. Palmer: Introduction to the theory of neural computation, Westview Press, 1991 • R. Rojas: Theorie der neuronalen Netze - eine systematische Einführung, Springer, 1993 • W. Banzhaf und F. D. Francone und R. E. Keller und P. Nordin: Genetic programming - An Introduction: On the Automatic Evolution of Computer Programs and Its Applications, Morgan Kaufmann, 1998 • M. Mitchell: An introduction to genetic algorithms, MIT Press, 1996 • Z. Michalewicz: Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, Springer, 1992 • M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning (Information Science and Statistics), Springer, 2006

1	**Modulbezeichnung** 93144	**The AMOS Project (PO Role, SEMI 5 ECTS)**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: The AMOS Project (VL) Übung: The AMOS Project (UE)	- -
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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture. Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.
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** 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	5 ECTS 5 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 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93655	**Advanced Competitive Programming** Advanced competitive 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**	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 • und weitere Themen Bei etwa drei Vierteln der Termine finden jeweils Vorträge statt, in denen die verschiedenen Konzepte und Algorithmen durch die Studierenden vorgestellt werden. Bei den verbleibenden Terminen und in eigenständiger Heimarbeit 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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note für einen bis zu 90-minütigen Vortrag und einer Note für die Bearbeitung der Programmieraufgaben.
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** 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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93096	**Iterative Lösungsverfahren für lineare und nichtlineare Gleichungssysteme** Iterative solution methods for linear and non-linear 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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93204	**Cryptography in Secure Messaging: Understanding and Enhancing Signal** SecMsg	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen		
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Paul Rösler
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung The grade is formed from a 15-minute examination (60% of the grade) and a 4-page written report (40% of the grade).
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected publications

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture. Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.
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** 304439	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)** Nailing your thesis (VUE 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nailing your Thesis (UE) (2 SWS) Vorlesung: Nailing your Thesis (VL)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 319374	**Seminar 'Hallo Welt!' für Fortgeschrittene** Seminar: "Hello World!" for advanced students	**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. Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Daniela Novac
5	**Inhalt**	Programmierwettbewerbe wie der **International Collegiate Programming Contest (ICPC)** der ACM bieten die Möglichkeit, die eigenen Programmier- und Teamfähigkeiten an einer Vielzahl algorithmischer Probleme aus ganz verschiedenen Gebieten wie Geometrie, Kombinatorik, String-Verarbeitung und Zahlentheorie zu testen. Dabei treten die Studenten in 3er-Teams an, haben aber nur einen Computer zur Verfügung. Oft ist die Teamstrategie entscheidend für den Erfolg der Gruppe. In diesem Seminar werden wichtige Algorithmen zur Lösung von Problemen aus den verschiedenen Gebieten in wöchentlichen, studentischen Vorträgen vorgestellt und Standardverfahren eingeübt. Neben den Vorträgen werden die aktuell zu lösenden Aufgaben in einer simulierten Wettbewerbssituation in 3er-Teams besprochen und Lösungsansätze in der Gesamtgruppe diskutiert. Das Seminar bereitet auf die Teilnahme am Programmierwettbewerb der Universität Erlangen-Nürnberg Ende des Sommersemesters vor. Es besteht Teilnahmepflicht für diesen Wettbewerb.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage: • erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten, • sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten, • Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden, • eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln, • einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren, • grundlegendende und fortgeschrittene Algorithmen aus diversen Themengebieten darzulegen, • den Zusammenhang zwischen der Laufzeit und dem Speicherverbrauch von Programmen und der theoretischen Komplexität (O-Kalkül) anzugeben, • algorithmische Probleme zu analysieren und die gelernten Algorithmen zur Lösung anzuwenden, • Lösungsideen in Kleingruppen zu entwickeln und diese in der Gesamtgruppe zu präsentieren.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	AuD (oder GdP), Spaß am Programmieren, Teilnahme am ICPC
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Für Bachelor-Seminarschein: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt, Anwesenheit bei den Vorträgen, Prüfung (15 Minuten) über den eigenen Vortrag. Für Master-Seminarschein: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt (10 schwere Aufgaben), Anwesenheit bei den Vorträgen, Prüfung (30 Minuten) über den eigenen Vortrag und zwei weitere Themengebiete. Scheinkriterien für Schlüsselqualifikation: 30 Minuten Vortrag, aus jedem Gebiet mindestens eine gelöste Programmieraufgabe, 30 Aufgaben insgesamt, Anwesenheit bei den Vorträgen, nicht mit Informatik als Haupt-/Nebenfach möglich.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Note berechnet sich aus 60% Vortrag und 40% mündliche Prüfung.
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**	Skiena/Revilla, Programming Challenges. The Programming Contest Training Manual. Springer 2003. Cormen/Leiserson/Rivest/Stein, Introduction to Algorithms. MIT Press 2001.

1	**Modulbezeichnung** 396551	**IT-Sicherheits-Seminar** IT security seminar	**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. 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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 404439	**Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS)** Nailing your thesis (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Nailing your Thesis (PROJ) (2 SWS)	5 ECTS
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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 609624	**Seminar Kommunikationssysteme (B.Sc.)** Seminar communication systems (B.Sc.)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar: Quantum Networking (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Abdalkarim Awad 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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**	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** 635405	**Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung** Knowledge representation and -processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Wissensrepräsentation und -verarbeitung (2 SWS)	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Florian Rabe Prof. Dr. Michael Kohlhase	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase apl. Prof. 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Es werden wöchentlich bis 14-täglich Aufgabenblätter verteilt, deren Lösungen von den Studierenden präsentiert werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Modulnote setzt sich zu 50% aus der Note der Präsentationen und zu 50% aus der Note eines 30-minütigen Kolloquiums zusammen.
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.

1	**Modulbezeichnung** 834345	**Systems- and Networks-on-a-Chip für INF** Systems- and networks-on-a-chip for computer scientists	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Vortrag 90 Minuten und schriftliche Ausarbeitung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Die Modulnote wird 50:50 aus Vortrag und schriftlicher Ausarbeitung ermittelt.
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** 871263	**Seminar Algorithmische Schönheiten - Algorithms Unplugged** Seminar: Beautiful algorithms - Algorithms unplugged	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
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** 921878	**Blender Seminar** Blender seminar	**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**	In diesem Modul vermitteln wir grundlegende Kenntnisse über den Umgang mit 3D-Modellierungstools und zur Planung von Projekten anhand der OpenSource Software BlendER.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Studierende können... • ... mathematische Grundlagen verschiedener Beleuchtungsmodelle darlegen • ... Konzepte der Szenengestaltung und Beleuchtung reproduzieren • ... Mathematische Grundlagen zu Interpolationsverfahren darlegen • ... sich an Lizenzmodellen für eigene Werke erinnern • ... über verschiedene Strategien zur Projekt- und Teamplanung berichten Verstehen Studierende können... • ... verschiedene Verfahren zur Keyframe- oder Vertexinterpolation schildern • ... Probleme bei der Erstellung von Geometrie aufzeigen • ... Probleme des Photon-Tracing illustrieren Anwenden Studierende können... • ... Wissen über Szenengestaltung und Beleuchtung auf konkrete Beispiele anwenden • ... eigene Materialshader auf der Grundlage vorgegebener Formeln/Vorschriften in BlendER umsetzen Analysieren • Selbstständige Projektplanung, Teamorganisation und Umsetzung eines 3D-Projektes in vorgegebenem Zeitfenstern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
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**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 941318	**Neuartige Rechnerarchitekturen** Innovative computer architectures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Neuartige Rechnerarchitekturen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Holzinger Thomas Schlögl Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Seminarleistung setzt sich wie folgt zusammen: ca. 10 Seiten Ausarbeitung und 25 Minuten Präsentation mit 50:50 Gewichtung bei der Notenfindung.
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** 716001	**Seminar SystemC** Seminar: SystemC	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: SystemC (4 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Joachim Falk	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93079	**Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie** Algebraic and logical aspects of automata theory	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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
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** 93209	**Cryptography and its Impact** Cryptography and its impact	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Cryptography and its Impact (4 SWS, SoSe 2025)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Paul Rösler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Carina Harrius Prof. Dr. Paul Rösler
5	**Inhalt**	The purpose of this seminar is to obtain an overview of cryptographic research, cryptography used in practice, and its impact on the real world. During the seminar course, we consider scientific publications that deal with cryptography and analyze how far the intended impact is achieved or how far unintended effects are caused. Possible topics include (1) the choice of research questions, the published results, and the deployment in practice, (2) censorship and privacy, (3) protection of property, confidentiality, and accessibility of information, (4) confidentiality, backdoors, and crime, (5) performance and strength of security, (6) resource consumption, efficiency, and cryptography as an add-on, (7) network effects in monopolies and interoperable protocols, (8) vulnerability analysis, hacking, and responsible disclosure, (9) modeling of realistic attackers, (10) specification of desirable security goals, (11) understanding the needs of vulnerable user groups, (12) communication and distribution of research results, etc. Each participant will present the core idea of one research question about the impact of a cryptographic concept. For this, each student analyzes the cryptographic literature and finds suitable publications and related work to answer the research question. While the technical cryptographic concept represents the center of each research question, the impact of this concept and how it is perceived by the real world plays a crucial role. The presentation of the results will consist of a 20 minutes talk and a 15 minutes 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 the research questions of other students 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 publications, how to explain such ideas in the context of a broader research domain, and how to estimate the impact of the studied research idea. Furthermore, they obtain an overview of cryptographic methods and protocols used in the real-world.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung (60 Minuten) 4 pages article + figures (1 week before presentation)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) 50% written summary, 50% presentation
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 20 h Eigenstudium: 130 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected publications

1	**Modulbezeichnung** 47626	**Seminar AI and Digitalization in Healthcare** Seminar AI and digitalization in healthcare	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: AI and Digitalization in Healthcare (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Janina Beilner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Janina Beilner Michael Nissen
5	**Inhalt**	• Projected Newton-Euler equations (Kanes equations) • Numerical methods for ordinary differential equations • Recursive kinematics • Parametrization of rotations • One-dimensional force laws • Ideal constraints • Numerical methods for differential algebraic equations • Inverse kinematics and inverse dynamics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen The students should: • learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations, • familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs, • understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively, • know different possible parametrizations of rotation matrices and how to transform one into the other, • understand the concept of one-dimensional force law, • know Lagranges equations of the first kind and how to solve these using appropriate numerical schemes, • know different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization, • understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems Anwenden The students will: • implement a simulation software for multibody systems in Python.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• basic knowledge of dynamics • linear algebra • differential equation • basic knowledge programming in Python.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Presentation (30 min.) + Written Report (ca. 10 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Presentation (50 %) + Written Report (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**	

Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme

1	**Modulbezeichnung** 43961	**Knowledge Discovery in Databases mit Übung** Knowledge discovery in databases with tutorial	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Discovery in Databases (2 SWS) Übung: Übungen zu KDD (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominik Probst Lucas Weber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dominik Probst
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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: • J. Han, M. Kamber, and J. Pei, Data Mining: Concepts and Techniques, 3rd. San Francisco, CA, USA: Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2011, ISBN: 0123814790 Also interesting and related textbooks are: • 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** 722831	**Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Lecture and advanced tutorial: Middleware - Cloud computing	**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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Aufgaben zu den erweiterten Übungen (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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	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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Aufgaben (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 93087	**Web-basierte Systeme** Web-based 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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 93002	**Datenbank Praxis** Database concepts in practice	**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**	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 Datenbankumfeld, im Speziellen von Db2, sowie Kenntnisse über den Programmzugriff auf Datenbanken. Kenntnisse über die administrativen Aufgaben im Datenbankumfeld runden das Fachwissen der Studierenden ab. **Verstehen**

		Die Studierenden verstehen die Arbeitsweise des Datenbanksystems Db2. Sie können 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 Datenbankanwendung, sowie die Analyse von Datenbankzugriffen und Performanceproblemen, theoretisch und praktisch durchgeführt. **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**	Empfohlene Voraussetzungen: Erste Kenntnisse mit dem Betriebssystem z/OS (bspw. über die Lehrveranstaltung Mainframe Programmierung I) sind sehr empfohlen, da in der VL nur kurz auf die Grundlagen im Umgang mit z/OS eingegangen werden kann.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variable Prüfungsform: • In Semestern, in denen die Lehrveranstaltungen stattfinden (SoSe) ist die Prüfung eine Klausur (60 Minuten). • In Semestern, in denen keine Lehrveranstaltungen stattfinden (WiSe) ist die Prüfung entweder eine Klausur (60 Minuten) oder eine mündliche Prüfung (30 Minuten). Die genaue Prüfungsform wird in den Wintersemestern spätestens zwei Monate vor der Prüfung in campo bekannt gegeben.
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** 681735	**Datenbanken in Rechnernetzen und Transaktionssysteme** Distributed databases and transaction 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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 47576	**Enterprise Application Development und Evolutionäre Informationssysteme** eBusiness technologies and evolutionary information systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Enterprise Application Development (ehemals eBusiness Technologies) (2 SWS) Vorlesung: Evolutionäre Informationssysteme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Florian Irmert Nadja Deuerlein Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz
5	**Inhalt**	**EAD** Themen u.a. aus den folgenden Bereichen: • Softwareengineering wie z. B. Design Pattern • Softwarearchitektur wie z. B. Skalierbarkeit, Wartbarkeit und Erweiterbarkeit • Web Frameworks wie z. B. React • User Experience und Usability wie z. B. UI Guidelines • Agile Softwarentwicklung wie z. B. Scrum • DevOps wie z. B. Continuous Integration **EIS:** • Grundlagen rechnergestützter Informationssysteme und organisatorisches Lernen • Erfolgsfaktoren für Projekte • Software Wartung vs. Software Evolution • Architekturmodelle • Grundprinzipien evolutionärer Systeme • Datenqualität in Informationssystemen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**EAD:** Die Studierenden • können einen Überblick über die Entwicklung von Web-Applikationen geben • wiederholen Grundlagen des Webs, von Datenaustauschformaten und serverseitige Technologien • unterscheiden Herangehensweisen zur dynamischen Generierung von Webseiten • wiederholen Grundlagen des SW-Engineerings • verstehen wichtige Design-Patterns • verstehen die Bedeutung von Software-Architektur • verstehen grundlegende Eigenschaften eines Web-Frameworks • können wichtige Zusammenhänge und Kriterien im Bereich UX erläutern • verstehen agile Vorgehensmodelle zur Software-Entwicklung • verstehen die Herausforderungen in Bezug auf den Betrieb von Anwendungen (DevOps)

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	
16	**Literaturhinweise**	siehe Lehrveranstaltungsbeschreibungen

Vertiefungsrichtung Diskrete Simulation

1	**Modulbezeichnung** 97090	**Simulation und Modellierung I** Simulation and modelling I	**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. Reinhard German
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt die Grundlagen der diskreten Ereignissimulation und beinhaltet • diskrete Simulation • analytische Modellierung (z.B. Warteschlangen) • Eingabemodellierung (z.B. Fitting-Verfahren) • Zufallszahlenerzeugung • statistische Ausgabeanalyse • Modellierungsparadigmen (u.a. Ereignis-/Prozessorientierung, Warteschlangen, Automaten, Petri-Netze, UML, graphische Bausteine) • kontinuierliche und hybride Simulation • Simulationssoftware • Fallstudien Content: Overview of the various kinds of simulation • discrete simulation (computational concepts, simulation of queuing systems, simulation in Java, professional simulation tools) • required probability concepts and statistics, modeling paradigms (e.g., event/process oriented, queuing systems, Petri nets, UML statecharts) • input modeling (selecting input probability distributions) • random number generation (linear congruential generators and variants, generating random variates) • output analysis (warm-up period detection, independent replications, result presentation) • continuous and hybrid simulation (differential equations, numerical solution, hybrid statecharts) • simulation software, case studies, parallel and distributed simulation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben Kenntnisse über Verfahren und Realisierungsmöglichkeiten der diskreten Simulation mit Ausblick auf andere Simulationsarten • erwerben Kenntnisse über statistische Aspekte der Simulation, die für die Anwendung wichtig sind • wenden statistische Methoden zur Analyse und Bewertung von Eingabe- sowie Ausgabedaten an

		• erwerben praktische Erfahrung mit kommerziellen Simulationswerkzeugen • erwerben Erfahrungen bei der Simulation in verschiedenen Anwendungsbereichen (u.a. Rechnernetze, Fertigungssysteme, Materialflusssysteme) • entwickeln eigenständig anhand von Beispielaufgaben Simulationsmodelle unter Verwendung verschiedener Modellierungsparadigmen • können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten Learning targets and competences: Students • gain knowledge about methods and realization possibilities of discrete simulation with an outlook on other types of simulation • gain knowledge of statistical aspects of simulation that are important for practice • apply statistical methods for analysis and evaluation of input and output data • gain hands-on experience with commercial simulation tools • gain experience in simulation in various fields of application (including computer networks, manufacturing systems, material flow systems) • independently develop simulation models on the basis of sample tasks using different modeling paradigms • can work in groups cooperatively and responsibly
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	elementare Programmierkenntnisse, vorzugsweise in Java, Mathematikkenntnisse in Analysis, wie z.B. im 1. Semester der angewandten Mathematik vermittelt Recommended background knowledge: basic programming skills, preferably in Java, mathematics skills in analysis, such as taught in the first semester in applied mathematics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Diskrete Simulation Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Prüfungsleistung/examination: Klausur, benotet, 5 ETCS/written exam, graded, 5 ETCS Dauer (in Minuten)/duration (in minutes): 90 Anteil an der Berechnung der Modulnote/Share in the calculation of the module grade: 100.0 % Die im Rahmen der Übung gestellten (zwei-)wöchentlichen Übungsaufgaben müssen bestanden werden, um das Gesamtmodul anrechnen lassen zu können. Die Übung gilt als bestanden, wenn mindestens 50% der Punkte korrekt bearbeitet wurden. Die Bearbeitung erfolgt in Gruppen von 3 oder 4 Studenten. Die Abgabe erfolgt in Präsenz zu dedizierten Übungsterminen. Wurden mindestens 70% der Punkte erreicht, wird die Endnote der bestandenen schriftlichen Prüfung entsprechend einer Notenstufe (0.3 oder 0.4) verbessert.

		Wurden mindestens 90% der Punkte erreicht, wird die Endnote der bestandenen schriftlichen Prüfung entsprechend zwei Notenstufe (0.6 oder 0.7) verbessert. ---------- The (bi-)weekly exercise tasks must be passed in order to receive credit for the entire module. The exercise is considered to be passed if at least 50% of the points have been correctly processed. The work is done in groups of 3 or 4 students. The submission is done in presence on dedicated exercise dates. If at least 70% of the points are achieved, the grade of the passed written exam will be improved by one grade level (0.3 or 0.4). If at least 90% of the points are achieved, the grade of the passed written exam will be improved by two grade levels (0.6 or 0.7).
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**	Law, "Simulation Modeling and Analysis, 5th ed., McGraw Hill, 2014

1	**Modulbezeichnung** 472330	**Dienstgüte von Kommunikationssystemen** Quality of service in communication systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Quality of Service in Communications (2 SWS) Übung: Quality of Service in Communications (Ex-QoSiC) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Anna Arestova	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Zunächst wird der Begriff der Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) eingegrenzt und es werden die wichtigsten Ansätze zur Erzielung von Dienstgüte besprochen und in ausgewählten Netztechnologien untersucht. Dann werden unterschiedliche Methoden vorgestellt, mit denen Systeme bezüglich ihrer Dienstgüte bewertet und ausgelegt werden können: • Netzplanung und optimierung, • stochastische Analyse (Markow-Ketten, Warteschlangen), • Netzwerksimulation, • deterministische Analyse mit Network Calculus zur Ermittlung von Dienstgütegarantien • Messung (HW-, SW-, Hybrid-Monitoring, Benchmarks). Alle Methoden werden an Beispielen demonstriert. *Contents:* We introduce the term quality-of-service (QoS), discuss important approaches to achieve certain degrees of QoS, and show how the implementation in computer networks. Then a number of methodologies to assess and design systems with respect to their QoS: • network planning and optimization, • network simulation, • stochastic analysis (Markov chains, non-Markovian models, queuing systems), • deterministic analysis with network calculus to determine QoS guarantees • measurements (hardware, software, and hybrid monitoring, benchmarks). All methods are illustrated by examples.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse in Methoden zur Modellierung und Bewertung von quantitativen, nicht-funktionalen Eigenschaften von vernetzten Systemen • Kenntnisse in Mechanismen von vernetzten Systemen zur Erzielung von Dienstgüte *Learning targets and competences:* The students get • experience in methods to model and evaluate quantitative, non-functional properties of computer networks and related systems

		• knowledge of mechanisms of computer networks to achieve quality-of-service
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Rechnerkommunikation, Kommunikationssysteme, grundlegende Programmierkenntnisse (optimal in R und C++)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Diskrete Simulation Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet. 6th Ed., Addison Wesley, 2013 • W. Stallings. Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson Education, 2014 • W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Pearson Education, 2016

1	**Modulbezeichnung** 97400	**Simulation und Modellierung II** Simulation and Modelling II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Simulation and Modeling II (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
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 Diskrete Simulation Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet, 7.5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % weitere Erläuterungen: Die Modulprüfung besteht aus: • Prüfungsleistung, zu erwerben durch erfolgreiche Teilnahme am Projekt und der Abgabe eines Projektberichtes im Umfang von ca. 20 Seiten. • mündliche Prüfung mit 30 Minuten Dauer Die Note ergibt sich zu 50 Prozent aus dem Projektbericht und zu 50 Prozent aus der Leistung in der mündlichen Prüfung.
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**	

Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 43460	**Satellitenkommunikation** Satellite communication	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Satellitenkommunikation (2 SWS) Vorlesung: Satellitenkommunikation (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Marcelo Michael Dr. Christian Rohde	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten) Klausur, 90min
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**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 96801	**Kommunikationsstrukturen** Communication structures	**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**	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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Klausur, 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (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** 652213	**Satellitengestützte Ortsbestimmung** Global navigation satellite 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**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092

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** 96112	**Modelling and Synthesis of Digital Systems**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Exercises to Modelling and Synthesis of Digital Systems Vorlesung: Modelling and Synthesis of Digital Systems	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Zentral für eine nicht nur technisch machbare, sondern auch ökonomisch effiziente Dekarbonisierung des europäischen Energieversorgungssystems ist der institutionelle Rahmen z. B. für Energiemärkte und den Umgang mit Energie-Infrastrukturen. Die Vorlesung vermittelt einen Überblick über diesbezügliche Fragen. Sie beginnt mit einer Einführung in Energiebilanzen und -szenarien und diskutiert Maßnahmen zum Umgang mit CO2-Emissionen und Klimawandel. Nach einer Erläuterung wesentlicher methodische Ansätze der ökonomischen Kostenrechnung erfolgt eine Einführung in die Funktionsweise von Energiemärkten. Daran anschließend werden Fragestellung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Gewährleistung von Versorgungssicherheit vor dem Hintergrund der Energiewende und den resultierenden Herausforderungen für die Stromnetze diskutiert. Die Vorlesung schließt mit einem Überblick über die Flexibilisierung des Stromsystems durch erzeugungs- und lastseitige Flexibilitätspotenziale und die Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr durch Sektorkopplungstechnologien.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundzüge des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens in Deutschland und Europa; • sind vertraut mit den wesentlichen Akteuren im Energiesystem und ihren Rollen; • analysieren die Anreize für das Handeln dieser Akteure und die resultierenden Wirkungen für das Energieversorgungssystem; • können Energiebilanzen und Energieszenarien lesen und interpretieren; • verstehen die Bedeutung energiebedingter CO2-Emissionen für die Bekämpfung des Klimawandels und können die Wirkungsweise von Instrumenten zur Emissionsreduktion erläutern; • beherrschen die energiewirtschaftliche Kostenrechnung aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive; • verstehen die Funktionsweise von Märkten für elektrische Energie; • beschreiben Potenziale, Kosten und Systemwirkungen unterschiedlicher Technologien erneuerbarer Energien; • erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren

		Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze; • kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement; • verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse; • beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und • entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Elektronik und Informationstechnik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt. Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung: • T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund) • G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. • D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.

Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung

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 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: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 43722	**Scientific Visualization** Scientific visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Scientific Visualization (2 SWS) Vorlesung: Scientific Visualization (2 SWS)	0 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Xingze Tian	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
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** 44481	**Visual Computing in Medicine** Visual computing in medicine	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Visual Computing in Medicine 1 (2 SWS, WiSe 2025) Vorlesung: Visual Computing in Medicine 2 (0 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Thomas Wittenberg apl. Prof. Dr. Peter Hastreiter	

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, onkologischer 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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur, 90 min.
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

1	**Modulbezeichnung** 93173	**Computational Visual Perception** Computational visual perception	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (60 Minuten) There are 3 exercises, and participants must pass 2 of them. There is no separate grade for the exercises (only pass/fail).
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 93175	**Visualization**	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The module is concluded with a written exam (90 minutes).
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.

1	**Modulbezeichnung** 93176	**Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion** Fundamentals of empirical research methods in media interaction	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 299892	**Informationsvisualisierung** Information visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Informationsvisualisierung (2 SWS) Vorlesung: Informationsvisualisierung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
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 • ᵒ Graph Theory, Reinhard Diestel ᵒ Graphentheorie, Peter Tittmann ᵒ Graphs, Networks and Algorithms, Dieter Jungnickel

		•
		  ◦ Networks, 2nd Edition, Mark Newman
		  ◦ Graph Theory and Complex Networks: An Introduction, Maarten van Steen

1	**Modulbezeichnung** 796399	**Geometric Modeling** Geometric modeling	**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. 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 Polynomkurve, Bezierkurven und B-Splines • klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertungs- 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 unterschiedliche Beispiele an • berechnen Bezierkurven und B-Splines und analysieren ihre Eigenschaften • führen Subdivision-Verfahren für Kurven und Flächen aus und analysieren ihre Eigenschaften • analysieren und evaluieren Stetigkeitseigenschaften von Bezierkurven und B-Splines • analysieren und evaluieren Stetigkeitseigenschaften von Subdivision-Surface • implementieren alle Verfahren für Kurven und Flächen in JavaScript Educational objectives and skills: The students • explain the terms polynomial curve, Bezier curves and B-splines • classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and B-splines • illustrate and determine the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-splines • describe tensor product surfaces and outline evaluation algorithms • explain polygonal surfaces and subdivision methods and illustrate their differences and properties • learn about common data structures for representing polygonal surfaces • apply geometric modeling methods to different examples • calculate Bezier curves and B-splines and analyze their properties • carry out subdivision methods for curves and surfaces and analyze their properties • analyze and evaluate continuity properties of Bezier and B-spline curves • analyze and evaluate continuity properties of subdivision surfaces • implement all methods for curves and surfaces in JavaScript
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzungen (empfohlen, aber nicht erforderlich) • Computergrafik • Vektorrechnung, lineare Algebra • Programmierkenntnisse sind erforderlich. Für die Programmieraufgabe und die Abschlussprüfung sind Kenntnisse in JavaScript erforderlich. Prerequisites (Recommended but not) • computer graphics • vector calculus, linear algebra

		• Programming skills are required. The programming assignment and the final examination require some knowledge of JavaScript.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice Die Klausur ist eine elektronische Präsenzprüfung. Die Klausur kann einen Multiple-Choice-Teil enthalten. Um die Klausur zu bestehen, müssen zusätzlich folgende Punkte beachtet werden: • Die elektronische Klausur besteht aus Theorie-, Praxis- und Programmieraufgaben. • Außerdem müssen 50% der möglichen Gesamtpunktzahl erreicht werden. • Die Klausuren sind so formuliert, dass es sehr schwierig ist, sie nur mit Theoriekenntnissen und praktischen Aufgaben zu bestehen. Die Lösung von Programmieraufgaben ist ein wesentlicher Bestandteil der in diesem Modul vermittelten Kompetenzen.
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%) Die Note des Moduls ergibt sich aus der Note der elektronischen 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**	• 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** 43371	**Interactive Computer Graphics** Interactive computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interactive Computer Graphics (2 SWS) Übung: Tutorials to Interactive Computer Graphics (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger Laura Fink	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 43374	**Computer Graphics Deluxe**	**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. 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 • 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092 Sowohl die Computer Graphics Basic Tutorials als auch die Computer Graphics Advanced Tutorials bestehen aus 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Übungsleistung Klausur (60 Minuten)

		Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Prüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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**	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** 43375	**Global Illumination** Global illumination	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Global Illumination (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 43377	**Interactive Computer Graphics and Global Illumination** Interactive computer graphics and global illumination	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Interactive Computer Graphics (2 SWS) Vorlesung: Interactive Computer Graphics (2 SWS) Vorlesung: Global Illumination (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Laura Fink Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Roberto Grosso
5	**Inhalt**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"

1	**Modulbezeichnung** 43822	**Computer Graphics** Computer graphics	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Die Übungen ("Computer Graphics Basic Tutorials") bestehen aus insgesamt 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben. The exercises ("Computer Graphics Basic Tutorials") consist of weekly worksheets (10 worksheets in total) with small programming tasks.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)

		Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Abschlussprüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung. The module is passed when 50% of the points in the exercises are reached and when the final exam is passed. The grade of the module is entirely determined by the grade in the final exam.
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

Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design

1	**Modulbezeichnung** 43190	**Reconfigurable Computing with extended exercises** Reconfigurable computing	**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**	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", "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)", or "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam in case of less than 20 participants (duration 30 mins). Otherwise, written exam (duration 90 mins). In both cases, successful completion of all tasks of the extended exercises is mandatory at the workstations in our lab at the chair.

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) The exam 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** 43510	**Parallele Systeme** Parallel systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 1. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 3. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Frank Hannig Dominik Walter Batuhan Sesli	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (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**	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**	Weitere Informationen: https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/parallele-systeme

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) schriftlich (Klausur, 90 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** 44500	**Swarm Intelligence**	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 93540	**Ereignisgesteuerte 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**	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: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 172338	**Security in Embedded Hardware** Security in embedded hardware	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 1. Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Paul Krüger Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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** 451696	**Cyber-Physical Systems** Cyber-physical systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Cyber-Physical Systems (2 SWS) Übung: Übung zu 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 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio schriftlich (Klausur, 90 Minuten)
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** 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 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
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** 740665	**Parallele Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Parallel systems with extended exercises	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 1. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 3. Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 1. Erweiterte Übung zu Parallele Systeme (2 SWS) Übung: 2. Erweiterte Übung zu Parallele Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Frank Hannig Dominik Walter Batuhan Sesli	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (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**	Klausur (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** 773774	**Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Embedded 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**	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). *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. *Selecting this module excludes the selection of the modules “Embedded Systems” and “Embedded Systems (Lecture with Exercises)”.* Organisatorisches: • Die Vorlesung erfolgt in deutscher Sprache. Zusätzlich stehen Folien und Vorlesungsaufzeichnungen in englischer Sprache zur Verfügung. • Die Übungen werden sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch angeboten. • Studierende können die Prüfung wahlweise auf Deutsch oder Englisch ablegen. Organizational: • The lecture is given in German. Slides and lecture recordings are also provided in English. • German as well as English exercises are offered. • Students can choose between taking the exam either in German or English.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 min) und erfolgreiche Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls). *Written exam (90 min) and successful completion of all exercises in the extended exercises (mandatory, on site at the computer workstations of the chair).*
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote. *The grade of the module is the grade of the exam.*
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**	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** 43195	**Reconfigurable Computing** Reconfigurable computing	**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**	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 (Lecture with Exercises)", "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)", or "Reconfigurable Computing with extended exercises" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam in case of less than 20 participants (duration 30 mins). Otherwise, written exam (duration 90 mins).
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) The exam determines the final grade of the module.
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** 44410	**Eingebettete Systeme** Embedded 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**	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). *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 (Vorlesung mit Übungen)“ aus. *Selecting this module excludes the selection of the modules “Embedded Systems (Lecture with Extended Exercises)” and “Embedded Systems (Lecture with Exercises)”.* Organisatorisches: • Die Vorlesung erfolgt in deutscher Sprache. Zusätzlich stehen Folien und Vorlesungsaufzeichnungen in englischer Sprache zur Verfügung. • Die Übungen werden sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch angeboten. • Studierende können die Prüfung wahlweise auf Deutsch oder Englisch ablegen. Organizational: • The lecture is given in German. Slides and lecture recordings are also provided in English. • German as well as English exercises are offered. • Students can choose between taking the exam either in German or English.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
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**	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** 93048	**Hardware-Software-Co-Design** Hardware-software-co-design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 1. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 3. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Muhammad Sabih Tobias Hahn Abrarul Karim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	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**	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**	Selection of this module prohibits the selection of the modules „Hardware-Software-Co-Design (Lecture with extended exercise)“ or „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) The exam determines the final grade of the module.
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**	Further reading material: • Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319 • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6 Further information: https://www.cs12.tf.fau.eu/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design

1	**Modulbezeichnung** 93047	**Hardware-Software-Co-Design (Lecture with extended exercise)** Hardware-software-co-design (Lecture with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 1. Erweiterte Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 2. Erweiterte Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 1. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) Übung: 3. Übung zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich Muhammad Sabih Tobias Hahn Abrarul Karim	

4	**Modulverantwortliche/r**	Joachim Falk Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich
5	**Inhalt**	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**	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**	Selection of this module prohibits the selection of the module "Hardware-Software-Co-Design" by the student.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Moreover, successful completion of all tasks of the extended exercises is mandatory at the workstations in our lab at the chair.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) The exam determines the final grade of the module.
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**	Further reading material: • Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319 • Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6

		Further information: https://www.cs12.tf.fau.eu/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design

Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme

1	**Modulbezeichnung** 43950	**Kommunikationssysteme** Communication 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**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Aus Rechnerkommunikation ist der grundlegende Aufbau von IP-basierten Netzen bekannt, Inhalt von Kommunikationssysteme sind weitere Netztechnologien wie Leitungsvermittlung (Telefonnetze, Sonet/ SDH/WDM) und Netze mit virtueller Leitungsvermittlung (ATM, MPLS) sowie Netzwerkvirtualisierung (SDN, NFV), Multimediakommunikation über paketvermittelte Netze (Streaming, RTP, SIP, Multicast), Dienstgüte in paketvermittelten Netzen (Integrated Services, RSVP, Differentiated Services, Active Queue Management, Policing, Scheduling), drahtlose und mobile Kommunikation (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, ZigBee u.a. Sensornetze). Auch Kommunikation in der Industrie wird behandelt. In der Übung werden praktische Aufgaben im Labor durchgeführt: ein Labor enthält mehrere IP-Router, Switches und Rechner, IP-Telefone und Telefonie-Software für VoIP, es werden verschiedene Konfigurationen eingestellt und getestet. Ein weiterer Übungsteil beschäftigt sich mit Mobilkommunikation. *Contents:* Based on the course computer communications the architecture of IP networks is known. Contents of this course will be additional networking technologies such as circuit switching (telephony, SONET/ SDH/WDM) and networks with virtual circuit switching (ATM, MPLS) as well as network virtualization (SDN, NFV), multimedia communications over packet switched networks (streaming, RTP, SIP, multicast), quality-of-service in packet switched networks (integrated services, RSVP, differentiated services, active queue management, policing, scheduling), wireless and mobile communications (GSM, UMTS, LTE, 5G, Wimax, WLAN, Bluetooth, sensor networks such as ZigBee). Industrial communication will also be a topic. In the tutorial practical tasks are performed in the laboratory: One laboratory contains several IP routers, switches and computers, IP phones and VoIP telephone software. Various configurations are set up and tested. Another part of the tutorial deals with mobile communications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Kenntnisse über Technologien bei der Leitungs- und Paketvermittlung in leitungsgebundenen und drahtlosen/mobilen Netzen Kenntnisse über die Grundlagen von Dienstgütemechanismen in paketvermittelten Netzen praktische Erfahrung in der Konfiguration eines IP-Switch-Router-Netzes mit Multimediaverkehr Students obtain the following learning targets and competences

		Knowledge of technologies in circuit and packet switching in wired and wireless/mobile networks Knowledge of the foundations of quality of service mechanisms in packet switched networks Practical experience in configuring an IP switch router network with multimedia traffic
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of working with the Linux command line interface (terminal).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 5 ECTS Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 % Die Modulprüfung besteht aus: • Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für diese unbenotete Studienleistung sind alle Aufgabenblätter korrekt zu lösen und abzugeben. • Klausur von 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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach. 7th Ed., Pearson Education, 2017 W. Stallings. Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson Education, 2014 W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Pear-son Education, 2016 Cox. An Introduction to LTE. Wiley, 2012

1	**Modulbezeichnung** 313638	**Automotive Systems and Software Engineering** Automotive systems and software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Automotive Systems & Software Engineering (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Loui Al Sardy Christian Allmann	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 472330	**Dienstgüte von Kommunikationssystemen** Quality of service in communication systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Quality of Service in Communications (2 SWS) Übung: Quality of Service in Communications (Ex-QoSiC) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Reinhard German Anna Arestova	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Reinhard German
5	**Inhalt**	Zunächst wird der Begriff der Dienstgüte (Quality-of-Service, QoS) eingegrenzt und es werden die wichtigsten Ansätze zur Erzielung von Dienstgüte besprochen und in ausgewählten Netztechnologien untersucht. Dann werden unterschiedliche Methoden vorgestellt, mit denen Systeme bezüglich ihrer Dienstgüte bewertet und ausgelegt werden können: • Netzplanung und optimierung, • stochastische Analyse (Markow-Ketten, Warteschlangen), • Netzwerksimulation, • deterministische Analyse mit Network Calculus zur Ermittlung von Dienstgütegarantien • Messung (HW-, SW-, Hybrid-Monitoring, Benchmarks). Alle Methoden werden an Beispielen demonstriert. *Contents:* We introduce the term quality-of-service (QoS), discuss important approaches to achieve certain degrees of QoS, and show how the implementation in computer networks. Then a number of methodologies to assess and design systems with respect to their QoS: • network planning and optimization, • network simulation, • stochastic analysis (Markov chains, non-Markovian models, queuing systems), • deterministic analysis with network calculus to determine QoS guarantees • measurements (hardware, software, and hybrid monitoring, benchmarks). All methods are illustrated by examples.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse in Methoden zur Modellierung und Bewertung von quantitativen, nicht-funktionalen Eigenschaften von vernetzten Systemen • Kenntnisse in Mechanismen von vernetzten Systemen zur Erzielung von Dienstgüte *Learning targets and competences:* The students get • experience in methods to model and evaluate quantitative, non-functional properties of computer networks and related systems

		• knowledge of mechanisms of computer networks to achieve quality-of-service
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Rechnerkommunikation, Kommunikationssysteme, grundlegende Programmierkenntnisse (optimal in R und C++)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Diskrete Simulation Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Kurose, Ross. Computer Networking: A Top-Down Approach Featuring the Internet. 6th Ed., Addison Wesley, 2013 • W. Stallings. Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson Education, 2014 • W. Stallings. Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud, Pearson Education, 2016

1	**Modulbezeichnung** 645618	**Human Computer Interaction** Human computer interaction	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Ann-Kristin Seifer Syrine Slim Madeleine Flaucher Björn Nieth	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung Electronic exam (in presence), 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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** 683319	**Zukunft der Automobiltechnik** Future in the automotive industry	**2,5 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. Reinhard German
5	**Inhalt**	Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet. Die Vorlesung Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben • Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion • praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Modul Rechnerkommunikation
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 2.5 ECTS
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** 716033	**Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung)** Lecture and tutorial: Automotive communication	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Fahrzeugkommunikation (2 SWS) Übung: ÜFzK (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher Jonathan Fellerer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher
5	**Inhalt**	Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet. Die Vorlesung Fahrzeugkommunikation" [FzK] ist in zwei Blöcke gegliedert: Zunächst führt die Vorlesung in die fahrzeuginterne Vernetzung ein, behandelt Vernetzungsarchitekturen, Bussysteme und Steuergeräte, Fahrerassistenzfunktionen, Multimedia und Systemarchitekturen. Den Abschluss bilden Betrachtungen zu Security und Safety in der fahrzeuginternen Vernetzung. Als zweiten Block gibt die Vorlesung einen Überblick über Themen der externen Kommunikation von und mit Fahrzeugen, behandelt Systemarchitekturen zur Vernetzung von Fahrzeugen untereinander und mit Infrastruktur, Medienzugriffsverfahren verbreiteter Lösungen, Protokolle von Vehrkehrsinformationssystemen. Sie schließt wiederum mit Betrachtungen zu Safety und Security - erweitert um die in diesem Themengebiet besonders relevanten Fragestellungen rund um die Wahrung der Privatsphäre von Nutzern. Die Vorlesung wird für einen Abschluss mit Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" anerkannt. Sie setzt Grundkenntnisse in Rechnerkommunikation voraus und richtet sich so schwerpunktmäßig an Studierende aus Informatik, IuK und CE ab dem 5. Semester. Auszug Interne Vernetzung: • Interne Steuerung: ECU-ECU, Safety • Bussysteme (CAN, LIN, FlexRay, MOST, ...) • HW-, SW- Architekturen von Steuergeräten • Security & Safety Auszug Externe Vernetzung • Car-2-X-Kommunikation • Topologien, Architekturen • Medienzugriff: Wifi, WAVE/DSRC • Safety Anwendungen • Security & Privacy

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul wird für einen Abschluss mit Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" anerkannt. Sie setzt Grundkenntnisse in Rechnerkommunikation voraus und richtet sich so schwerpunktmäßig an Studierende aus Informatik, IuK und CE ab dem 5. Semester. Fachkompetenz Wissen Die Studierenden lernen die grundlegenden Mechanismen der internen und externen Fahrzeugkommunikation kennen. Sie können aktuelle und zukünftige Anwendungen für Vernetzung im Fahrzeugbereich nennen. Verstehen Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der internen Bussysteme und können die Vorteile und Nachteile der wesentlichen Technologien in diesem Bereich erklären (CAN, FlexRay, MOST, ...). Ebenso können Sie die Probleme von mobilen Ad-Hoc-Netzen erklären und Lösungsansätze vergleichen (z.B. ETSI ITS-G5 und WAVE). Sie können wesentliche Anwendungen nach ihren Anforderungen bezüglich der Vernetzung klassifizieren. Anwenden In den Übungen werden die Erkenntnisse in praktischen Aufgaben angewendet. Analysieren Die Studierenden werden in die Lage versetzt, zukünftige Anwendungen bezüglich ihres Kommunikationsverhaltens zu analysieren. Evaluieren (Beurteilen) Dabei können Sie die zugrundeliegenden Mechanismen beurteilen und einschätzen, welche Vernetzungstechnologien diese Anforderungen am besten erfüllen. Unterstützt wird dies durch Simulationen der Netze an konkreten Beispielen, die die notwendigen Metriken zur Analyse liefern können. Erschaffen Die Studierenden entwickeln eigene Simulationen von Car2X-Netzen auf Basis realer Karten. Ebenso können die Studierenden Simulationsmodelle für interne Netze erstellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Rechnerkommunikation
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Christoph Sommer and Falko Dressler, Vehicular Networking, Cambridge University Press, 2014. Werner Zimmermann and Ralf Schmidgall, Bussysteme in der Fahrzeugtechnik, ed. 4, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2011. Konrad Reif, Automobilelektronik, ed. 3, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2009. Dominique Paret, Multiplexed networks for embedded systems, Chichester, England, Wiley, 2007. Hannes Hartenstein and Kenneth Laberteaux (Eds.), VANET - Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies, Intelligent Transport Systems, Chichester, John Wiley & Sons, 2009.

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz

1	**Modulbezeichnung** 93134	**Wissensrepräsentation und -verarbeitung** Knowledge representation and processing	**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. Michael Kohlhase apl. Prof. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 532733	**Künstliche Intelligenz II** Artificial intelligence II	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Artificial Intelligence II (4 SWS) Übung: Übungen zu Artificial Intelligence II (2 SWS)	- -
3	Lehrende	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 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092 Es werden 8-12 Übungsaufgaben gestellt, in denen Bonuspunkte gesammelt werden können. Für das Bestehen des Moduls muss nur die 90-minütige schriftliche Klausur bestanden werden.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Es werden 8-12 Übungsaufgaben gestellt, in denen Bonuspunkte gesammelt werden können. Für das Bestehen des Moduls muss nur die 90-minütige schriftliche Klausur bestanden werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Note ergibt sich hauptsächlich aus der 90-minütigen schriftlichen Klausur. Bei Bestehen der Klausur kann die Note um bis zu 10% durch Punkte aus den Übungsaufgaben aufgebessert werden.
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** 806144	**Beschreibungslogik und formale Ontologien** Description Logics and Formal Ontologies	**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**	• 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: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note in einer bis zu 30-minütigen mündlichen Prüfung und der Note aus dem Übungsbetrieb, in dem bis zu sechs Übungsblätter bearbeitet und abgegeben werden. Die Gesamtprüfung gilt nur dann als bestanden,

		wenn die mündliche Prüfung bestanden wird und im Übungsbetrieb mindestens 50% der Punkte erreicht werden.
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** 894856	**Künstliche Intelligenz I** Artificial intelligence I	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Es werden 8-12 Übungsaufgaben gestellt, in denen Bonuspunkte gesammelt werden können. Für das Bestehen des Moduls muss nur die 90-minütige schriftliche Klausur bestanden werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Note ergibt sich hauptsächlich aus der 90-minütigen schriftlichen Klausur. Bei Bestehen der Klausur kann die Note um bis zu 10% durch Punkte aus den Übungsaufgaben aufgebessert werden.
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** 93066	**Logic-based Natural Language Semantics**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt! none	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This course covers the foundations of logic-based natural language semantics. Concretely • philosophical and epistemological foundations • Montague's Method of Fragments and compositional semantics construction • Type-theoretic models for the basic grammatical/linguistic categories • Inference-based Pragmatics and Model Generation for language understanding • Modal and dynamic logics as discourse models, in particular DRT and Pratt-style dynamic logics. This course focuses on the theoretical aspects, practical experiences can be gained in the project course "Project Logic-based Natural Language Semantics"
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to understand advanced concepts of logics, inference calculi, metalogical frameworks, and modular knowledge representation and apply them to linguistic meaning theories.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The course builds on knowledge about propositional and first-order logic as they are covered e.g. in the course Artificial Intelligence I by the same instructor. Without prior exposure, working familiarity to, and a liking of formal logic and inference methods the course is very hard as they need to be reviewed in parallel to the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) The grade is determined by a 60 min exam**.** Given that the exam has been passed, 10% bonus points can be reached by weekly online quizzes
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**	There is no book, only very detailed course notes at https://kwarc.info/teaching/KRMT/notes.pdf

1	**Modulbezeichnung** 93064	**Knowledge Representation for Mathematical Theories** Project Symbolic Natural Language Processing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Knowledge Representation for Mathematical Theories none	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dennis Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	This course covers the • foundations of mathematics, • modular formalizations in theory graphs, • narrative structures in informal mathematical/technical documents, and • the formalization of logical languages in meta-logical frameworks. This course focuses on the theoretical aspects, practical experiences can be gained in the project course "Project Knowledge Representation for Mathematical Theories"
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students learn to understand advanced concepts of logics, inference calculi, metalogical frameworks, and modular knowledge representation and apply them to mathematical theories. They become familiar to modeling complex terminological systems in the MMT system (Meta-Meta Language).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The course builds on knowledge about propositional and first-order logic as they are covered e.g. in the course Artificial Intelligence I by the same instructor. Without prior exposure, working familiarity to, and a liking of formal logic and inference methods the course is very hard as they need to be reviewed in parallel to the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) The grade is determined by a 60 min exam**.** Given that the exam has been passed, 10% bonus points can be reached by weekly online quizzes.
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**	There is no book, only very detailed course notes at https://kwarc.info/teaching/KRMT/notes.pdf

Vertiefungsrichtung Medieninformatik

1	**Modulbezeichnung** 639119	**Music Processing Analysis - Lecture and Exercise** Music processing analysis - Lecture and exercise	**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. 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 • ᵒ Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor. ᵒ Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis. ᵒ Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen. ᵒ Die Studierenden entwickeln praktische Lösungswege für Problem in der Musikverarbeitung (Exercise) ᵒ Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben. ᵒ Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft. ᵒ Die Studierenden nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers und der Tutoren zur Verbesserung ihrer Lernstrategien (Exercise). ᵒ Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird. ᵒ Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen. ᵒ Die Studierenden entwickeln und implementieren Software im Team (Exercise). ᵒ 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: 5

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Medieninformatik Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Die Prüfung ist eine mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 Minuten. / The form of examination is an oral exam of 30 minutes.
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**	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** 645618	**Human Computer Interaction** Human computer interaction	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Ann-Kristin Seifer Syrine Slim Madeleine Flaucher Björn Nieth	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung Electronic exam (in presence), 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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**	

Vertiefungsrichtung Mustererkennung

1	**Modulbezeichnung** 44130	**Pattern Recognition** Pattern recognition	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
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** 44455	**Speech and Language Processing**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech and Language Understanding (2 SWS) Übung: Speech and Language Understanding Exercises (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Alexander Barnhill Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Abner Hernandez	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
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**	• 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

1	**Modulbezeichnung** 65718	**Introduction to Machine Learning** Introduction to machine learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS) Übung: IntroML-Ex (2 SWS) Übung: IntroML-Tut (2 SWS)	5 ECTS 1,25 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Linda-Sophie Schneider	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93182	**Mainframe Programmierung II** Mainframe programming II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Mainframe Programmierung II (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Wind	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 • o Analyse und Implementierung verschiedener Anwendung in den Sprache Cobol, Fortran und Rexx.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93330	**Deep Learning for Beginners** Deep learning for beginners	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning for Beginners (VHB-Kurs) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Aline Sindel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Neural networks have had an enormous impact on research in image and signal processing in recent years. In this course, you will learn all the basics about deep learning in order to understand how neural network systems are built. The course is addressed to students who are new to the field. In the beginning of the course, we introduce you to the topic with some applications of deep learning in the field of medical imaging, digital humanities and industry projects. Before we dive into the core elements of neural networks, there are two lecture units on the fundamentals of signal and image processing to teach you relevant parts of system theory such as convolutions, Fourier transform, and sampling theorem. In the next lecture units, you learn the basic blocks of neural networks, such as backpropagation, fully connected layers, convolutional layers, activation functions, loss functions, optimization, and regularization strategies. Then, we look into common practices for training and evaluating neural networks. The next lecture unit is focusing on common neural network architectures, such as LeNet, Alexnet, and VGG. It follows a lecture unit about unsupervised learning that contains the principles of autoencoders and generative adversarial networks. Lastly, we cover some applications of deep learning in segmentation and object detection. The accompanying programming exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks, in which you will develop a basic neural network from scratch in pure Python without using deep learning frameworks, such as PyTorch or TensorFlow. At the end of the semester, there will be a written exam.
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 different deep learning applications, • implement the presented methods in Python, • 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**	Requirements: mathematics for engineering, basic knowledge of python
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (60 Minuten) The final exam is a written exam with 60 minutes duration.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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	**Modulbezeichnung** 93340	**Introduction to Network Science** Introduction to network science	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Network Science (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. David Blumenthal Dr. Anne Hartebrodt	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Oral exam 30 minutes.
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** 505241	**Mainframe Programmierung** Mainframe 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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 639119	**Music Processing Analysis - Lecture and Exercise** Music processing analysis - Lecture and exercise	**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. 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 • ᵒ Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor. ᵒ Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis. ᵒ Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen. ᵒ Die Studierenden entwickeln praktische Lösungswege für Problem in der Musikverarbeitung (Exercise) ᵒ Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben. ᵒ Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft. ᵒ Die Studierenden nutzen Verbesserungshinweise des Betreuers und der Tutoren zur Verbesserung ihrer Lernstrategien (Exercise). ᵒ Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird. ᵒ Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen. ᵒ Die Studierenden entwickeln und implementieren Software im Team (Exercise). ᵒ 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: 5

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Medieninformatik Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Die Prüfung ist eine mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 Minuten. / The form of examination is an oral exam of 30 minutes.
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**	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** 645618	**Human Computer Interaction** Human computer interaction	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Computer Interaction Exercises (1 SWS) Vorlesung: Human Computer Interaction (3 SWS)	1,25 ECTS 3,75 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Ann-Kristin Seifer Syrine Slim Madeleine Flaucher Björn Nieth	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medieninformatik Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung Electronic exam (in presence), 90min
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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** 713618	**Computer vision**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Vision Exercise (2 SWS) Vorlesung: Computer Vision (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vanessa Klein Muhammad Sohail Prof. Dr. Tim Weyrich Prof. Dr. Bernhard Egger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
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 Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Dieses Modul wird mit einer Klausur (90 Minuten) geprüft. The form of examination is a written exam of 90 minutes.
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.

Vertiefungsrichtung Programmiersysteme

1	**Modulbezeichnung** 44240	**Grundlagen des Übersetzerbaus** Foundations of compiler construction	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93182	**Mainframe Programmierung II** Mainframe programming II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Mainframe Programmierung II (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Wind	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 189989	**Testen von Softwaresystemen** Testing software systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Testen von Softwaresystemen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Butz Dr.-Ing. Norbert Oster	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 505241	**Mainframe Programmierung** Mainframe 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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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	Vorlesung: Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (2 SWS) Übung: Übungen zu Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Detlef Kips Ralf Ellner	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 44231	**Optimierung in Übersetzern** Compiler optimization	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optimierungen in Übersetzern (2 SWS) Übung: Übungen zu Optimierungen in Übersetzern (2 SWS)	7,5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Heineken David Schwarzbeck Prof. Dr. Michael Philippsen	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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	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**	• 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092
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** 202041	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Virtual machines	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 211243	**CPU Entwurf mit VHDL (CPU)** CPU Design with VHDL (CPU)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: CPU Entwurf mit VHDL (CPU) Übung: CPU Entwurf mit VHDL (CPU) - Übung	- -
3	Lehrende	Philipp Holzinger Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Johannes Kliemt Thomas Schlögl	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich 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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 333815	**Rechnerarchitektur (Vorlesung mit Übung und Rechnerübung)** Computer architecture	**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.-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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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

1	**Modulbezeichnung** 436348	**CPU Entwurf mit VHDL (Schwerpunkt VHDL)** CPU Design with VHDL (Focus on VHDL)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: CPU Entwurf mit VHDL (CPU) Übung: CPU Entwurf mit VHDL (CPU) - Übung	- -
3	Lehrende	Philipp Holzinger Prof. Dr.-Ing. Dietmar Fey Johannes Kliemt Thomas Schlögl	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092

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** 462793	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung)** Lecture, tutorial and laboratory: Virtual machines	**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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 604646	**Einführung digitaler ASIC Entwurf (Vorlesung mit Übung)** Introduction of digital ASIC design (lecture with tutorial)	**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. Dietmar Fey
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092
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	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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092
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 Englisch
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** 57025	**Praktische Softwaretechnik** Applied software engineering	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93002	**Datenbank Praxis** Database concepts in practice	**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**	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 Datenbankumfeld, im Speziellen von Db2, sowie Kenntnisse über den Programmzugriff auf Datenbanken. Kenntnisse über die administrativen Aufgaben im Datenbankumfeld runden das Fachwissen der Studierenden ab. **Verstehen**

		Die Studierenden verstehen die Arbeitsweise des Datenbanksystems Db2. Sie können 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 Datenbankanwendung, sowie die Analyse von Datenbankzugriffen und Performanceproblemen, theoretisch und praktisch durchgeführt. **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**	Empfohlene Voraussetzungen: Erste Kenntnisse mit dem Betriebssystem z/OS (bspw. über die Lehrveranstaltung Mainframe Programmierung I) sind sehr empfohlen, da in der VL nur kurz auf die Grundlagen im Umgang mit z/OS eingegangen werden kann.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Variable Prüfungsform: • In Semestern, in denen die Lehrveranstaltungen stattfinden (SoSe) ist die Prüfung eine Klausur (60 Minuten). • In Semestern, in denen keine Lehrveranstaltungen stattfinden (WiSe) ist die Prüfung entweder eine Klausur (60 Minuten) oder eine mündliche Prüfung (30 Minuten). Die genaue Prüfungsform wird in den Wintersemestern spätestens zwei Monate vor der Prüfung in campo bekannt gegeben.
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** 93143	**The AMOS Project (SD Role, VUE 10 ECTS)** The AMOS project (SD role)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: The AMOS Project (VL) Übung: The AMOS Project (UE)	- -
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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93145	**The AMOS Project (PO Role, VUE 5 ECTS)** The AMOS project (PO role)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: The AMOS Project (VL) Übung: The AMOS Project (UE)	- -
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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 • o Analyse und Implementierung verschiedener Anwendung in den Sprache Cobol, Fortran und Rexx.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture. Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.
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** 93198	**Product Management** Product management	**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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Praktikum Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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: ?? 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** 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminar Bachelor of Science Informatik 20092 Seminar Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture. Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.
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** 189989	**Testen von Softwaresystemen** Testing software systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Testen von Softwaresystemen (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Jonas Butz Dr.-Ing. Norbert Oster	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 312443	**Software Projektmanagement** Software project management	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 480491	**Nailing your Thesis (VUE 5-ECTS)** Nailing your thesis (VUE 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nailing your Thesis (UE) (2 SWS) Vorlesung: Nailing your Thesis (VL)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Dirk Riehle	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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	Vorlesung: Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (2 SWS) Übung: Übungen zu Analyse und Design objektorientierter Softwaresysteme mit der Unified Modeling Language (UML) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Detlef Kips Ralf Ellner	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Programmiersysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 580491	**Nailing your Thesis (PROJ 5-ECTS)** Nailing your thesis (PROJ 5-ECTS)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Nailing your Thesis (PROJ) (2 SWS)	5 ECTS
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092
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** 93641	**Methods of Advanced Data Engineering (VUE 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 module teaches advanced methods of data engineering using software engineering practices that support the development and operation of complex data engineering pipelines. Lecture topics include software development workflows using git/GitHub, automated testing, continuous integration and how to successfully open-source the final data science project. Participants plan, implement, and deploy a self-directed data science project based on open data using Python. Additionally, students complete exercises introducing challenges found in realistic open data sources in an open-source, domain-specific language to model data pipelines, called Jayvee. The course language is English. Previous experience in programming (for example from OSS-ADAP or OSS-AMOS) or the willingness to learn alongside the course is required. Programming in Jayvee will be taught during the course.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students learn concepts of open data and open-source software engineering • Students learn concepts and tools of data engineering, setting up and operating automated data pipelines • Students learn concepts and tools of automated testing, continuous integration and working with git/GitHub • Students gain experience with data engineering and data science in the context of a development project • Students gain experience dealing with data engineering challenges inherent to open data
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	- OSS-ADAP - OSS-AMOS
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Software Engineering Bachelor of Science Informatik 20092 See https://bit.ly/3eberfi
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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**	

Vertiefungsrichtung Systemsimulation

1	**Modulbezeichnung** 43370	**Simulation und Wissenschaftliches Rechnen 1** Simulation and scientific computing 1	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 43740	**Programmiertechniken für Supercomputer** Programming techniques for supercomputers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Programming Techniques for Supercomputers (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Wellein	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Bachelor of Science Informatik 20092
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	Vorlesung: Programming Techniques for Supercomputers (4 SWS) Übung: Programming Techniques for Supercomputers - Exercises (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Gerhard Wellein	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Bachelor of Science Informatik 20092
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** 465562	**Advanced Programming Techniques** Advanced programming techniques (lecture and 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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Systemsimulation Bachelor of Science Informatik 20092
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

Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik

1	**Modulbezeichnung** 44500	**Swarm Intelligence**	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 93169	**Advanced Mechanized Reasoning in Coq** Advanced mechanized reasoning in Coq	**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**	Tadeusz Litak
5	**Inhalt**	The aim of the module is to bridge the gap between introductory presentations such as the first two volumes of Software Foundations (covered in SemProg) and scalable, state-of-the-art Coq formalizations. From Coq itself, we plan to cover coinduction, typeclasses, termination metrics (Program Fixpoints vs. Equations), possibly also some aspects of MetaCoq, Ltac2 and SProp. When it comes to aspects of formalization and programming language semantics, we plan to discuss reasoning in the presence of binders (de Bruijn vs. locally nameless vs. HOAS approaches), formalization of separation logic, applications of logical relations (normalization, type safety, program equivalence), step indexing and partial evaluation. Details may be adjusted depending on background and preferences of the audience.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen The students explain advanced aspects 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 complex 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 scalable programming language.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Übungsleistung 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 fünf Übungsblättern zusammen.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (50%) Übungsleistung (50%)
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**	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	Vorlesung: Randomisierte Algorithmen (2 SWS) Übung: Übungen zu Randomisierte Algorithmen (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka Matthias Kergaßner	

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 Wahrscheinlichkeit 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note in einer bis zu 30-minütigen mündlichen Prüfung und der Note aus dem Übungsbetrieb, in dem bis zu sechs Übungsblätter bearbeitet und abgegeben werden. Die Gesamtprüfung gilt nur dann als bestanden, wenn die mündliche Prüfung bestanden wird und im Übungsbetrieb mindestens 50% der Punkte erreicht werden.
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** 247639	**Approximationsalgorithmen** Approximation algorithms	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Approximationsalgorithmen (2 SWS) Übung: Übungen zu Approximationsalgorithmen (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (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** 599478	**Praktische Semantik von Programmiersprachen** Practical semantics of programming languages	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Die Dauer der mündlichen Prüfung ist 30 Minuten, und es gibt 6 bewertete Übungsblätter während des Semesters / The duration of the oral exam is 30 minutes, and there are 6 graded exercise sheets during the semester.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)

		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. The grade of the module is composed from the 30 minute oral exam at the end of the semester (50%) and from the grade in 6 exercise worksheets (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**	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** 806144	**Beschreibungslogik und formale Ontologien** Description Logics and Formal Ontologies	**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**	• 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: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Künstliche Intelligenz Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note in einer bis zu 30-minütigen mündlichen Prüfung und der Note aus dem Übungsbetrieb, in dem bis zu sechs Übungsblätter bearbeitet und abgegeben werden. Die Gesamtprüfung gilt nur dann als bestanden,

		wenn die mündliche Prüfung bestanden wird und im Übungsbetrieb mindestens 50% der Punkte erreicht werden.
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	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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Die Dauer der mündlichen Prüfung ist 30 Minuten, und es gibt 6 bewertete Übungsblätter während des Semesters. Die Prüfungssprache kann von dem Teilnehmer gewählt werden (Englisch oder Deutsch).
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)

		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.
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** 861501	**Algebra des Programmierens** Algebra of programming (lecture with practical)	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Die Modulnote ergibt sich aus einer mündlichen Prüfung von 30 Minuten Länge.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Die Modulnote ergibt sich aus einer mündlichen Prüfung von 30 Minuten Länge.
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** 984981	**Modallogik** Modal logic	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Modallogik (4 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Lutz Schröder	

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: 4;5;6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note in einer bis zu 30-minütigen mündlichen Prüfung und der Note aus dem Übungsbetrieb, in dem bis zu sechs Übungsblätter bearbeitet und

		abgegeben werden. Die Gesamtprüfung gilt nur dann als bestanden, wenn die mündliche Prüfung bestanden wird und im Übungsbetrieb mindestens 50% der Punkte erreicht werden.
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**	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** 93079	**Algebraische und Logische Aspekte der Automatentheorie** Algebraic and logical aspects of automata theory	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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
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** 93540	**Ereignisgesteuerte 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**	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: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 93077	**Komplexitätstheorie** Complexity Theory	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Komplexitätstheorie (2 SWS) Übung: Übungen zu Komplexitätstheorie (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Rolf Wanka Matthias Kergaßner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Rolf Wanka
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 Bachelor of Science Informatik 20092
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**	
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Dobrowolski, Angewandte Funktionalanalysis, Springer 2006.

1	**Modulbezeichnung** 93076	**Formale Verifikation** Formal methods of software development	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Theoretische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Die Note setzt sich zu je 50% zusammen aus der Note in einer bis zu 30-minütigen mündlichen Prüfung und der Note aus dem Übungsbetrieb, in dem bis zu sechs Übungsblätter bearbeitet und abgegeben werden. Die Gesamtprüfung gilt nur dann als bestanden, wenn die mündliche Prüfung bestanden wird und im Übungsbetrieb mindestens 50% der Punkte erreicht werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 56 h Eigenstudium: 169 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder 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.

Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme

1	**Modulbezeichnung** 93087	**Web-basierte Systeme** Web-based 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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 150033	**Betriebssysteme (Vorlesung mit Übungen)** Operating 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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	Dr.-Ing. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio 30-minütige mündliche Prüfung über den gesamten Stoff der Veranstaltung. Teilnahme an den Übungen und die Bearbeitung aller Übungsaufgaben wird hierzu dringend empfohlen!
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich aus der 30-minütigen mündlichen Prüfung.
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** 202041	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Virtual machines	**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. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 313638	**Automotive Systems and Software Engineering** Automotive systems and software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Automotive Systems & Software Engineering (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Loui Al Sardy Christian Allmann	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kommunikationssysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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: 40 h Eigenstudium: 110 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 350752	**Betriebssystemtechnik (V+EÜ)** Operating systems engineering	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Betriebssystemtechnik - Rechnerübungen (2 SWS) Vorlesung: Betriebssystemtechnik (2 SWS) Übung: Betriebssystemtechnik - Übungen (2 SWS) Übung: Betriebssystemtechnik - Erweiterte Übungen (0 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS -
3	Lehrende	Dustin Nguyen Maximilian Ott Dr.-Ing. Volkmar Sieh	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Erfolgreiche Bearbeitung aller während des Semesters gestellten Übungsaufgaben (7 Programmieraufgaben, Bewertung jeweils mit "ausreichend") + 30-minütige mündliche Prüfung am Ende des Semesters.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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	Übung: Betriebssystemtechnik - Rechnerübungen (2 SWS) Vorlesung: Betriebssystemtechnik (2 SWS) Übung: Betriebssystemtechnik - Übungen (2 SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dustin Nguyen Maximilian Ott Dr.-Ing. Volkmar Sieh	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Erfolgreiche Bearbeitung aller während des Semesters gestellten Übungsaufgaben (7 Programmieraufgaben, Bewertung jeweils mit "ausreichend") + 30-minütige mündliche Prüfung am Ende des Semesters.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 462793	**Virtuelle Maschinen (Vorlesung mit Übung und Laborübung)** Lecture, tutorial and laboratory: Virtual machines	**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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Rechnerarchitektur Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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	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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Aufgaben (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 649073	**Verteilte Systeme (Vorlesung mit Übungen)** Lecture and tutorial: Distributed systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) Vorlesung: Verteilte Systeme (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Distler Harald Böhm Dr. rer. nat. Christian Berger	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Übungsaufgaben (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 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**	Dr.-Ing. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio 30-minütige mündliche Prüfung über den gesamten Stoff der Veranstaltung. Teilnahme an den Übungen und die Bearbeitung aller Übungsaufgaben wird hierzu dringend empfohlen!

11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote wird durch eine 30-minütige mündliche Prüfung am Ende des Semesters festgelegt.
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.

1	**Modulbezeichnung** 722831	**Middleware - Cloud Computing (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Lecture and advanced tutorial: Middleware - Cloud computing	**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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Datenbanksysteme Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Aufgaben zu den erweiterten Übungen (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 743260	**Verteilte Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Distributed systems (lecture with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Verteilte Systeme (2 SWS) Vorlesung: Verteilte Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Distler Harald Böhm Dr. rer. nat. Christian Berger	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio Das Modul wird bestanden bei erfolgreicher Bearbeitung aller 6 Aufgaben zu den erweiterten Übungen (Bewertung jeweils mit "ausreichend") und dem Bestehen einer 30-minütigen mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Bewertung der mündlichen Prüfung.
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** 820947	**Betriebssysteme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)** Operating systems (lectures with extend 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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092

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** 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**	Dr.-Ing. 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 Grundvoraussetzung 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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**	Dr.-Ing. 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Verteilte Systeme und Betriebssysteme Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit

1	**Modulbezeichnung** 93098	**Software Exploitation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Software Exploitation Übung (2 SWS) Vorlesung: Software Exploitation (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Julian Geus Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 172338	**Security in Embedded Hardware** Security in embedded hardware	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: 1. Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Übung: 2. Übung zu Security in Embedded Hardware (2 SWS) Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Paul Krüger Dr.-Ing. Stefan Wildermann	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Hardware-Software-Co-Design Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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** 326311	**Angewandte IT-Sicherheit** Applied IT 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.-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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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** 327615	**Security and Privacy in Pervasive Computing** Security and privacy in pervasive computing (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**	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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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** 658644	**Human Factors in Security and Privacy** Human factors in security and privacy	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Human Factors in Security and Privacy - Übung (2 SWS) Vorlesung: Human Factors in Security and Privacy (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Eichenmüller PD Dr. habil. Zinaida Benenson	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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** 792501	**Forensische Informatik** Forensic computing (lecture with tutorial)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Forensische Informatik - Übung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Forensische Informatik (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Maximilian Eichhorn Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092

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** 93215	**Digitale Fahrzeugforensik** Digital vehicle forensics	**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. Kevin Mayer
5	**Inhalt**	Das Modul Digitale Fahrzeugforensik vermittelt grundlegende und anwendungsorientierte Kenntnisse zur digitalen Forensik in vernetzten Fahrzeugen. Mit dem zunehmenden Einsatz elektronischer Systeme wie Infotainment, Telematik und Fahrerassistenz wird die forensische Analyse von Fahrzeugdaten für Sicherheitsbehörden, Versicherungen und Sachverständige immer relevanter. Studierende lernen die Prinzipien und Methoden zur Erfassung, Analyse und Interpretation digitaler Spuren aus Fahrzeugen. Behandelt werden unter anderem Fahrzeugbus-Systeme (z. B. CAN, LIN), GPS- und EDR-Daten, Speichertechnologien, rechtliche Rahmenbedingungen und Tools zur Datenextraktion. Die Vorlesung kombiniert theoretische Inhalte mit praktischen Übungen im Inverted-Classroom-Format. In den Übungen analysieren die Studierenden reale oder simulierte Fahrzeugdaten und dokumentieren ihre Ergebnisse in forensischen Berichten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Zielgruppe: Studierende der Informatik, IT-Forensik, Fahrzeugtechnik o. Ä.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in IT-Systemen, Netzwerken und IT-Forensik von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung IT-Sicherheit Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung

1	**Modulbezeichnung** 93149	**Praktikum Informatik in der Bildung (PIB)** Laboratory: Computer science in education (PIB)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Praktikum Informatik in der Bildung (4 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc-Pascal Berges	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc-Pascal Berges
5	**Inhalt**	Die Studierenden erstellen fachdidaktische Materialien zu aktuellen Themen aus den Schulcurricula oder der fachdidaktischen Forschung. Sie arbeiten dabei im Team. Außerdem erstellen Sie zu den erstellten Materialien eine fachdidaktische Analyse und ein Einsatzszenario. Dabei erlangen Sie ein tieferes Verständnis der zugrundliegenden Curricula.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind in der Lage geeignete fachdidaktische Materialien für Schule und Hochschule zu erstellen. Sie können auf der Basis vorhandener Curricula und theoretischer Grundlagen eine fachdidaktische Analyse vornehmen. Außerdem sind sie in der Lage ein mögliches Einsatzszenario auf der Basis der Grundsätze guter Unterrichtsplanung zu beschreiben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Die Prüfungsleistung besteht aus einem Praktikumsbericht in Form eines Produktportfolios. Der Umfang beträgt 50-100 Seiten. Der Praktikumsbericht muss zum Abschluss in einem Vortrag von 20min. Länge vorgestellt werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Die Modulnote ergibt sich aus der Bewertung des Praktikumsberichts.
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** 93211	**Didaktik der Informatik 1** Teaching computer science I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Einführung in die Fachdidaktik Informatik (2 SWS, WiSe 2025) Vorlesung mit Übung: Curriculare Themen der Fachdidaktik Informatik (LA RS/LA MS/MEd BPT/LA GYM) (2 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc-Pascal Berges	

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 und 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**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Informatik in der Bildung Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio 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**	Portfolio (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**	• 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.

Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik

1	**Modulbezeichnung** 22850	**Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1** Medical knowledge processing 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Wissensbasierte Systeme in der Medizin 1 (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. med. Lorenz Kapsner Philipp Unberath Prof. Dr. med. Thomas Ganslandt	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Dennis Toddenroth
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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**	

1	**Modulbezeichnung** 22910	**Informationssysteme im Gesundheitswesen**	**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. med. Thomas Ganslandt
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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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 Prof. Dr. Wolfgang Uter PD Dr. Heiko Gaßner Prof. Dr. Oliver Amft PD Dr. Meik Kunz 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Informationssysteme im Gesundheitswesen Bachelor of Science Informatik 20092 Schwerpunkt Physiologie Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Medizinische Informatik Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (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**	

Vertiefungsrichtung Kryptographie

1	**Modulbezeichnung** 93015	**Einführung in die moderne Kryptographie** Introduction to modern cryptography	**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**	Carina Harrius 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Bachelor of Science Informatik 20092
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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Bachelor of Science Informatik 20092
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

1	**Modulbezeichnung** 93206	**Cryptographic Communication Protocols** Cryptographic communication protocols	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Cryptographic Communication Protocols: Key Exchange and Channels - Tutorial (SoSe 2025) Vorlesung: Cryptographic Communication Protocols: Key Exchange and Channels - Lecture (SoSe 2025)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Paul Rösler	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Bachelor of Science Informatik 20092
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: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
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** 93014	**Einführung in die moderne Kryptographie** Introduction to modern 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**	Carina Harrius Prof. Dr. Paul Rösler
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: • 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Kryptographie Bachelor of Science Informatik 20092
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

Vertiefungsrichtung Visual Computing

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 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: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 43722	**Scientific Visualization** Scientific visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Scientific Visualization (2 SWS) Vorlesung: Scientific Visualization (2 SWS)	0 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Xingze Tian	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
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** 44481	**Visual Computing in Medicine** Visual computing in medicine	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Visual Computing in Medicine 1 (2 SWS, WiSe 2025) Vorlesung: Visual Computing in Medicine 2 (0 SWS, SoSe 2025)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Thomas Wittenberg apl. Prof. Dr. Peter Hastreiter	

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, onkologischer 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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur, 90 min.
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

1	**Modulbezeichnung** 93173	**Computational Visual Perception** Computational visual perception	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092

		Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung schriftlich (60 Minuten) There are 3 exercises, and participants must pass 2 of them. There is no separate grade for the exercises (only pass/fail).
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 93175	**Visualization**	**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. 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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel The module is concluded with a written exam (90 minutes).
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.

1	**Modulbezeichnung** 93176	**Grundlagen empirischer Forschungsmethoden in der medialen Interaktion** Fundamentals of empirical research methods in media interaction	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 299892	**Informationsvisualisierung** Information visualization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Informationsvisualisierung (2 SWS) Vorlesung: Informationsvisualisierung (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Roberto Grosso	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
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 • ᵒ Graph Theory, Reinhard Diestel ᵒ Graphentheorie, Peter Tittmann ᵒ Graphs, Networks and Algorithms, Dieter Jungnickel

		•
		  ◦ Networks, 2nd Edition, Mark Newman
		  ◦ Graph Theory and Complex Networks: An Introduction, Maarten van Steen

1	**Modulbezeichnung** 796399	**Geometric Modeling** Geometric modeling	**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. 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 Polynomkurve, Bezierkurven und B-Splines • klassifizieren und veranschaulichen die unterschiedlichen Auswertungs- 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 unterschiedliche Beispiele an • berechnen Bezierkurven und B-Splines und analysieren ihre Eigenschaften • führen Subdivision-Verfahren für Kurven und Flächen aus und analysieren ihre Eigenschaften • analysieren und evaluieren Stetigkeitseigenschaften von Bezierkurven und B-Splines • analysieren und evaluieren Stetigkeitseigenschaften von Subdivision-Surface • implementieren alle Verfahren für Kurven und Flächen in JavaScript Educational objectives and skills: The students • explain the terms polynomial curve, Bezier curves and B-splines • classify and illustrate the different evaluation and subdivision methods for Bezier curves and B-splines • illustrate and determine the properties of Bezier curves, rational Bezier curves and B-splines • describe tensor product surfaces and outline evaluation algorithms • explain polygonal surfaces and subdivision methods and illustrate their differences and properties • learn about common data structures for representing polygonal surfaces • apply geometric modeling methods to different examples • calculate Bezier curves and B-splines and analyze their properties • carry out subdivision methods for curves and surfaces and analyze their properties • analyze and evaluate continuity properties of Bezier and B-spline curves • analyze and evaluate continuity properties of subdivision surfaces • implement all methods for curves and surfaces in JavaScript
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzungen (empfohlen, aber nicht erforderlich) • Computergrafik • Vektorrechnung, lineare Algebra • Programmierkenntnisse sind erforderlich. Für die Programmieraufgabe und die Abschlussprüfung sind Kenntnisse in JavaScript erforderlich. Prerequisites (Recommended but not) • computer graphics • vector calculus, linear algebra

		• Programming skills are required. The programming assignment and the final examination require some knowledge of JavaScript.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice Die Klausur ist eine elektronische Präsenzprüfung. Die Klausur kann einen Multiple-Choice-Teil enthalten. Um die Klausur zu bestehen, müssen zusätzlich folgende Punkte beachtet werden: • Die elektronische Klausur besteht aus Theorie-, Praxis- und Programmieraufgaben. • Außerdem müssen 50% der möglichen Gesamtpunktzahl erreicht werden. • Die Klausuren sind so formuliert, dass es sehr schwierig ist, sie nur mit Theoriekenntnissen und praktischen Aufgaben zu bestehen. Die Lösung von Programmieraufgaben ist ein wesentlicher Bestandteil der in diesem Modul vermittelten Kompetenzen.
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung mit MultipleChoice (100%) Die Note des Moduls ergibt sich aus der Note der elektronischen 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**	• 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** 93086	**Neural Graphics and Inverse Rendering** Neural graphics and inverse rendering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Neural Graphics and Inverse Rendering (2 SWS) Übung: Tutorials to Neural Graphics and Inverse Rendering (1 SWS)	2,5 ECTS 1,25 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger Prof. Dr.-Ing. Tobias Günther Prof. Dr. Tim Weyrich Prof. Dr. Bernhard Egger Laura Fink	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Marc Stamminger

5	**Inhalt**	In this lecture we look into two modern streams in computer graphics that advanced the field enormously in the last years: the application of deep neural networks for computer graphics tasks, and inverse rendering approaches to understand image content.
		More precisely, we will look into the following topics:
		•
		  ◦ Basics of deep neural networks for image synthesis
		  ◦ Neural denoising
		  ◦ Neural deferred shading, neural radiance fields, neural point-based graphics
		•
		  ◦ Relighting
		  ◦ Environment Reconstruction
		  ◦ Material Reconstruction
		•
		  ◦ Differentiable Rasterization
		  ◦ Differentiable Ray Tracing
		  ◦ Differentiable Volume Rendering
		•
		  ◦ Facial and Body Rendering
		  ◦ Inverse Rendering of Faces and Bodies

6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Understand differentiable rendering algorithms • Create programs that are differentiated automatically • Evaluate approaches for novel view synthesis • Understand neural rendering approaches • Understand light interaction with surfaces • Understand both explicit and neural surface reflectance models • Apply radiometric principles to analyse surface reflectance of real-world material samples • Evaluate the suitability of explicit vs neural reflectance models using real-world data • Understand the concept of Analysis-by-Synthesis • Identify similarities between older and more modern techniques

		• Apply 3D reconstruction methods on a face dataset and evaluate the result • Understand the specific challenges of modelling faces and bodies
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	We assume that you have successfully participated in the module "Computer Graphics".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten) Übungsleistung Oral exam in presence (30 minutes)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) The final grade of the module is determined by the exam. The practical assignments award an ungraded certificate if 50% of the points are achieved.
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** 43371	**Interactive Computer Graphics** Interactive computer graphics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Interactive Computer Graphics (2 SWS) Übung: Tutorials to Interactive Computer Graphics (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger Laura Fink	

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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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** 43374	**Computer Graphics Deluxe**	**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. 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 • 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: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092 Sowohl die Computer Graphics Basic Tutorials als auch die Computer Graphics Advanced Tutorials bestehen aus 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben.
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Übungsleistung Klausur (60 Minuten)

		Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Prüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der mündlichen Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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**	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** 43375	**Global Illumination** Global illumination	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Global Illumination (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Marc Stamminger	

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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) 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** 43377	**Interactive Computer Graphics and Global Illumination** Interactive computer graphics and global illumination	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorials to Interactive Computer Graphics (2 SWS) Vorlesung: Interactive Computer Graphics (2 SWS) Vorlesung: Global Illumination (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Laura Fink Prof. Dr. Marc Stamminger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Roberto Grosso
5	**Inhalt**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Variabel Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Variabel (100%) Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Siehe Module "Interaktive Computergraphik" und "Globale Beleuchtung"

1	**Modulbezeichnung** 43822	**Computer Graphics** Computer graphics	**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**	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: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsrichtung Graphische Datenverarbeitung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten) Die Übungen ("Computer Graphics Basic Tutorials") bestehen aus insgesamt 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben. The exercises ("Computer Graphics Basic Tutorials") consist of weekly worksheets (10 worksheets in total) with small programming tasks.
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden) Klausur (100%)

		Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Abschlussprüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung. The module is passed when 50% of the points in the exercises are reached and when the final exam is passed. The grade of the module is entirely determined by the grade in the final exam.
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** 713618	**Computer vision**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Computer Vision Exercise (2 SWS) Vorlesung: Computer Vision (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vanessa Klein Muhammad Sohail Prof. Dr. Tim Weyrich Prof. Dr. Bernhard Egger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Tim Weyrich
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 Mustererkennung Bachelor of Science Informatik 20092 Vertiefungsrichtung Visual Computing Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Dieses Modul wird mit einer Klausur (90 Minuten) geprüft. The form of examination is a written exam of 90 minutes.
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.

Nebenfach Japanologie für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 73402	**Japanisch 1** Japanese 1	**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. Tazuko Takebayashi
5	**Inhalt**	Das Modul führt Studienanfänger in die japanische Sprache ein, vermittelt einen Grundwortschatz und Basiskenntnisse der Grammatik. Der Inhalt setzt sich aus drei Teilen zusammen: A) "Grammatik" (Einführung und Strukturübungen) B) "Lesen und Schreiben" (Schriftkompetenzen) C) "Sprachaktivierung" (Vertiefung und Anwendung).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • werden mit den grundlegenden grammatikalischen Strukturen und dem Wortschatz der japanischen Gegenwartssprache vertraut gemacht; • sollen zu einer linguistischen, soziolinguistischen und pragmatischen Kompetenz durch struktur- und praxisorientierte Übungen befähigt werden; • werden in die Lage versetzt, Sätze und häufig gebrauchte Ausdrücke sowohl mündlich als auch schriftlich zu verstehen, die mit dem unmittelbaren Lernfeld zusammenhängen (z. B. Informationen zu Person und Familie, Arbeit, u. ä.); • werden in die Lage versetzt, mit einfachen kommunikativen Mitteln die eigene Herkunft, Tätigkeiten und Erfahrungen in Wort und Schrift zu beschreiben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Japanologie für Informatikstudierende Bachelor of Science Informatik 20092 Pflichtmodul für Japanologie als 1. und 2. Fach
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (15 Minuten) Klausur (90 Minuten) Klausur 90 min Mündliche Prüfung 15 min
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (20%) Klausur (80%) Klausur 80 % Mündliche Prüfung 20 %
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**	*GENKI I (3rd Ed.) Main textbook*, The Japan Times, 2020; *GENKI I (3rd Ed.) Workbook,* The Japan Times, 2020; weitere Materialien werden von den Dozierenden bereit gestellt

Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 72203	**Basismodul Einführung in die Französische Literaturwissenschaft** Introduction to French literary studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Einführungskurs: Basisseminar französische Literaturwissenschaft B (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Basisseminar französische Literaturwissenschaft A + B (Paulina Peer)	5 ECTS -
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Annette Keilhauer	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 72212	**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 • Erarbeitung eines grundlegenden und an landeskundlichen Themen orientierten Grund- und Aufbauwortschatzes unter Berücksichtigung morphologischer und semantischer Schwierigkeiten • Einübung von Hörstrategien anhand authentischer Quellen mit kulturwissenschaftlicher Relevanz
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen die gesprochene Sprache in ihrer Standardvariante und den wichtigsten stilistischen Varietäten sicher zu verstehen, • schulen Hörstrategien anhand authentischer Quellen, • erarbeiten die wichtigsten Strukturen der Verbal- und Nominalphrase im modernen Französisch, • sichern und erweitern den grundlegenden Wortschatz und dessen morphosyntaktische Anwendung, • gewinnen einen Einblick in die pragmatische Variationsbreite in syntaktischer und lexikalischer Hinsicht • entwickeln Techniken und Methoden des Wortschatzerwerbs zur Aneignung autonomer Lernstrategien.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Französischkenntnisse auf dem Niveau von drei aufsteigenden Schuljahren oder GER: B1. Über das Niveau der tatsächlich vorhandenen Sprachkenntnisse orientiert ein Einstufungstest zu Beginn des WS, der die Teilnehmer_innen in den Parcours I oder II einstuft.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Nebenfach Frankoromanistik für Informatikstudierende Bachelor of Science Informatik 20092 • MA Romanistik: Modul 5 (Sprache B), Modul 8 (Sprache C), Modul 9 (Sprache C) • MA Linguistik: Modul 2/15
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten) Regelmäßige Teilnahme • Studienleistung: Klausur von Compréhension orale • Prüfungsleistung: Klausur von Parcours grammatical et lexical II

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (beste Note%) Klausur (beste Note%) Regelmäßige Teilnahme (bestanden/nicht bestanden) Modulnote = Klausur von Parcours grammatical et lexical II 100%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 150 h Eigenstudium: 150 h
15	**Dauer des Moduls**	1-2 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Französisch
17	**Literaturhinweise**	• Dufour, Marion et al.: Édito. Méthode de français. B1. Didier 22018. + Heu-Boulhat, Élodie et al.: Édito. Cahier d'activités. B1. Didier 2018. • Fischer, Wolfgang; Le Plouhinec, Anne-Marie: Thematischer Grund- und Aufbauwortschatz Französisch. Klett, 2009. • Klein, Hans-Wilhelm; Kleineidam, Hartmut: Grammatik des heutigen Französisch. Klett 1994. • Laudut, Nicole: Große Lerngrammatik Französisch. Regeln, Anwendungsbeispiele, Tests. Hueber 2017. • Les exercices de RFI – niveau intermédiaire B1. RFI Savoirs/ RFI Radio France Internationale • https://savoirs.rfi.fr/fr/recherche/rubrique/apprendre/objectif/ apprendre-et-perfectionner-le-francais-2707/objectif-niveau-francais/intermediaire-1-b1-2752 • RFI- Le Journal en français facile (A1-B2) https://savoirs.rfi.fr/ fr/apprendre-enseigner/langue-francaise/journal-en-francais-facile • TV5 Monde – Exercices de francais B1 intermédiaire • https://apprendre.tv5monde.com/fr/exercices/b1-intermediaire • Girardeau, Bruno: Le DELF - 100% réussite - B1. Didier 2017.

1	**Modulbezeichnung** 72213	**Basismodul Französische Sprachpraxis 1** Basic module: French language practice 1	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Parcours grammatical et lexical II (4 SWS) Übung: Compréhension orale (2 SWS)	4 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Dr. Corina Petersilka Dr. Geraldine Citerne-Hahlweg	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 72223	**Basismodul Französische Sprachpraxis 2** Basic module: French language practice 2	**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**	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 Frankoromanistik für Informatikstudierende Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktische Prüfung/Test (15 Minuten) Praktische Prüfung/Test (90 Minuten) Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktische Prüfung/Test (20%) Praktische Prüfung/Test (40%) Klausur (40%)
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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092 - 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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Regelmäßige Teilnahme Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Regelmäßige Teilnahme (bestanden/nicht bestanden) 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

1	**Modulbezeichnung** 72633	**Basismodul Spanische Sprachwissenschaft** Basic module: Spanish linguistics	**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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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: 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** 72634	**Basismodul Spanische Literaturwissenschaft** Basic module: Spanish literature	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Einführungskurs: Basisseminar spanische Literaturwissenschaft (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Basisseminar spanische Literaturwissenschaft (Marlies Hofmann)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Camilo Del Valle Lattanzio	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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**	Ein Reader mit theoretischen Texten und Primärliteratur wird kursbegleitend zur Verfügung gestellt.

Nebenfach Italoromanistik für Informatikstudierende

1	**Modulbezeichnung** 72292	**Basismodul Italienische Sprachpraxis 1** Italian language practice 1	**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**	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 Bachelor of Science Informatik 20092
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	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. 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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.

1	**Modulbezeichnung** 72624	**Basismodul Italienische Literaturwissenschaft** Italian literary studies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Basisseminar italienische Literaturwissenschaft (2 SWS) Tutorium: Tutorium zum Basisseminar italienische Literaturwissenschaft (Nadja Nuss) (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr. Simon Matthias Bürgel	

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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.

Nebenfach Politische Wissenschaften für Informatikstudierende

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 – Teil 2 (2 SWS, SoSe 2025) keine	2,5 ECTS
3	Lehrende	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 Bachelor of Science Informatik 20092 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: Alles, was recht/s/ ist? Rechtes und extrem rechtes Denken als Forschungsgegenstand der Politischen Theorie und Ideengeschichte Proseminar: Liberty oder Empire? John Stuart Mills politisches Denken Proseminar: Politisches Denken zwischen Umsturzvorstellung und Befreiungsschlag: Theorien der Revolution Proseminar: Wehrhafte Demokratie Ja	- - - -
3	Lehrende	Laila Riedmiller Prof. Dr. Eva Marlene Hausteiner Dr. Rieke Trimcev	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 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.

1	**Modulbezeichnung** 75623	**Basismodul Politische Systeme I** Basic module Political systems I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Politische Systeme II: Einführung in die Vergleichende Politikwissenschaft (2 SWS, SoSe 2025) keine	2,5 ECTS
3	Lehrende	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 Bachelor of Science Informatik 20092 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: Einführung in die Extremismusforschung Proseminar: Können Städte das Klima retten? Möglichkeiten und Grenzen der kommunalen Klimapolitik in Deutschland Proseminar: Social Policy in Authoritarian Regimes Proseminar: Critical approaches to justice, equality, and diversity Proseminar: Politik & Innovation Proseminar: Diskurs, Macht, Männlichkeit Proseminar: Extremismus in Deutschland Ja	- - - - - - -
3	Lehrende	PD Dr. Thorsten Winkelmann Selim Kücükkaya Angelo Panaro Taina Garcia Maia Dr. Eline Waerp Dr. phil. Alexander Kruska Prof. Dr. Diane Robers Dr. Tim Griebel	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 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** 75632	**Basismodul Internationale Beziehungen I** Basic module: International relations I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Grundlagen der internationalen Politik II: Staatliche Akteure und internationale Organisationen (2 SWS, SoSe 2025) keine	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Siegfried Schieder	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 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: Macht in den internationalen Beziehungen Proseminar: Polarization and Progress: The State of American Democracy Proseminar: Einstellungen zu Migration und zu Menschen mit Einwanderungsgeschichte in Westeuropa Proseminar: Regierungssysteme in Ostasien im Vergleich Proseminar: World Order Ja	- - - - -
3	Lehrende	Prof. Dr. Siegfried Schieder Dr. Kristina Maul Dr. Stephanie Müssig Prof. Dr. Marco Bünte Dr. Bruna Bosi Moreira	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 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** 75642	**Basismodul Außereuropäische Regionen I** Basic module: Non-European politics I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die politikwissenschaftliche Nahostforschung Political Science of the Middle East: An Introduction (2 SWS, SoSe 2025) keine	2,5 ECTS
3	Lehrende	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 Bachelor of Science Informatik 20092 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: Kinderrechte im Nahen Osten Proseminar: Colonial, Anti-Colonial and Postcolonial Theories Proseminar: Regionalismus in Ost- und Südostasien Ja	- - -
3	Lehrende	Philipp Winkler Prof. Dr. Marco Bünte	

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 Bachelor of Science Informatik 20092 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** 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 Bachelor of Science Informatik 20092

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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 96925	**Fertigungsmesstechnik II** Manufacturing metrology II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Vorlesung Fertigungsmesstechnik II (4 SWS) Übung: Fertigungsmesstechnik II - Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte Marta Caballero Tellez Lorenz Butzhammer Mingshuai Su	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	**Taktile Formmesstechnik:** Grundlagen der Formmesstechnik (Hoch- und Tiefpassfilter), Prinzip, Charakteristika, Messaufgaben, Bauarten von taktilen Formmessgeräten (Drehtisch-, Drehspindelgeräte, Universalmessgeräte, Tastsysteme), Messabweichungen (Einflussfaktoren, Kippen und Zentrieren des Werkstücks, Abweichungen der Drehführung und deren Bestimmung, Abweichungen der Geradführungen), Kalibrierung von Formessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale), Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren **Bildverarbeitungssysteme:** Messmikroskope, Profilprojektoren und Scanauge, Bildverarbeitungssystem (Prinzipieller Aufbau, Messen im Bild, Messen am Bild), Beleuchtung (Auflicht, Hintergrund, Hellfeld, Dunkelfeld, kollimiert, koaxial, diffus), Beobachtungsstrahlengänge (Geometrische Optik, lateraler und axialer Abbildungsmaßstab, Schärfentiefe, Scheimpflug-Prinzip, telezentrische Abbildung), Schattenwurfsysteme, Bildverarbeitung (Operationen, Prinzipien) **Optische Oberflächenmesstechnik:** Überblick Oberflächenabweichungen und Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkungen, Einteilung der optischen Oberflächenmessverfahren, Messmikroskope und Fokusvariation (Bauformen Mikroskope und Beleuchtung, Diffuse und gerichtete Reflexion, Numerische Apertur, Numerische Apertur, Immersionsflüssigkeit, Punktverwaschungs-Funktion, Auflösungsvermögen, Modulations-Transfer-Funktion, Auflösung und Amplituden-Wellenlängen-Diagramm, Messmikroskope, Fokusvariation, Fokusvariation mit strukturierter Beleuchtung, Flying Spot Mikroskop, konfokales Mikroskop (Aufbau, Prinzip, Kennlinie), axiales und laterales Rastern (Nipkow-Scheibe, Scanspiegel, Mikrolinsenarray, Laserscanningmikroskop, konfokaler zwei Wellenlängenfasersensor, chromatischer Weißlichtsensor), Laser-Autofokusverfahren, Fotogrammetrische Mikroskopie, Interferenzmikroskope (Michelson, Mirau, Linnik, Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung, Eigenschaften der optischen Antastung im Fernfeld

Optische Formmesstechnik: Interferometrische Geradheitsmessung, Interferometrische Ebenheitsmessung (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, Autokollimator, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)

Fotogrammetrie: Grundprinzip, Stereophotogrammetrie, passive Triangulation, Grundlagen, aktive Triangulation, Lichtfeldkamera (Plenoptische Kamera), Punktprojektionsverfahren, Linienprojektionsverfahren (Lichtschnittverfahren), Streifenprojektionsverfahren (strukturierte Beleuchtung, Grundprinzip Ein- und Zweikamerasysteme, Kodierung Gray Code, Phasenschiebung, Kombinierte Beleuchtung aus Gray Code und Phasenschiebung, Anwendung, Datenverarbeitung, Einsatzgrenzen), Registrierung, Fusion, Stitching, Gerätebeispiele, Industrielle Anwendung, Gerätekenngrößen und deren Prüfung

Röntgen-Computertomografie: Grundlagen, Röntgenstrahlung, Grundprinzip der Röntgen-Computertomografie, Aufbau und Scanvarianten, Vergrößerung, Röntgenstrahlquellen, Strahlungsspektrum, Detektoren, Wechselwirkung mit Material (Photoelektrischer Effekt, Compton Streuung), Rekonstruktion (Radontransformation, algebraische Rekonstruktion, gefilterte Rückprojektion), Oberflächenbestimmung (Schwellwertfindung), Artefakte (Strahlaufhärtung, Ringartefakte, Streustrahlung, Abschneiden, Kegelstrahl-Artefakte, Scanner-Fehlausrichtung, unzureichende Anzahl von Projektionen, Multimaterial-CT), Rückführung, Überwachung, Messunsicherheit, Anwendung (Defekterkennung, Micro- und Nano-CT, Hochenergie-CT, Multimaterial)

Spezifikation und Messung optischer Komponenten: Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Messung geometrischer Spezifikationen, Materialspezifikation, Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Messung 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 **Filter:** Filterung von Topografiedaten, Analoge Filter, Digitale Filter (Gauß-Filter, Gauß-Filter für geschlossene Profile, Spline-Filter, Gauß‘sches Regressionsfilter, Robuste Profilfilterung, Morphologische Filter - Dilatation und Erosion, Empfehlung zur Verwendung linearer und robuster Profilfilter)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden 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. Fachkompetenz 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. Fachkompetenz Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Fachkompetenz 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. Fachkompetenz 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 96930	**Rechnergestützte Messtechnik** Computer-aided metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnergestützte Messtechnik - Übung (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Rechnergestützte Messtechnik (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Yujie Zhong Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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 • o 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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.

1	**Modulbezeichnung** 97247	**Fertigungsmesstechnik I** Manufacturing metrology I	**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. 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 Studierenden 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 Studierenden 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 97248	**Prozess- und Temperaturmesstechnik** Process and temperature metrology	**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. 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 **Content:** • 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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** 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*| • ᵒ Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfgang des Semsters. Ausnahmen sind möglich. ᵒ Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt. ᵒ Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe. ᵒ Kontakt mit dem Betreuuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig. ᵒ Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext. ᵒ Recherche, Auswahl der Informationen. ᵒ Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion). ᵒ 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). ᵒ Erstellten der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten). ᵒ Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich. ᵒ Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin. ᵒ Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion) ᵒ Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen. ᵒ Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation. ᵒ Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt. ᵒ 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 Bachelor of Science Informatik 20092
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%) Vortrag, 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**	