Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Bachelor of Science Elektrotechnik
- Elektronik und Informationstechnik
(Prüfungsordnungsversion: 20192)

Inhaltsverzeichnis

Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar).....
Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer.....12
Antennen.....14
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....16
Auditory Models.....18
Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik.....19
Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion.....22
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme.....24
Biomedizinische Signalanalyse.....27
Body Area Communications.....32
BWL für Ingenieure.....34
Drahtlose Automobilelektronik.....36
Echtzeitsysteme mit erweiterten Übungen.....38
Einführung in die IT-Sicherheit.....43
Elektrische Bahnen.....45
Elektrische Energiespeichersysteme.....47
Elektrische Energiespeichersysteme.....49
Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten.....51
Ereignisdiskrete Systeme.....53
Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel).....55
Game theory with Applications to Information Engineering.....57
Grundlagen der Messtechnik.....59
Grundlagen der optoelektronischen Bauelemente.....68
Grundlagen der Schaltungstechnik.....69
Halbleitertechnik VI - Flexible Elektronik (HL VI).....71
Halbleitertechnologie II - Prozess- und Bauelementesimulation (HLT II).....73
Hardware-Beschreibungssprache VHDL.....75
HF-Schaltungen und Systeme.....77
Hochfrequenzmesstechnik.....79
Image and Video Compression.....81
Implementierung von Datenbanksystemen.....84
Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service.....87
Industrielle Testanwendungen für Integrierte Schaltungen und Systeme.....89
Inertial Sensor Fusion.....91
Introduction to Machine Learning.....94
Kommunikationsnetze.....96
Kommunikationsstrukturen.....98
Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf.....100
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine.....103
Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L).....105
Legged Locomotion of Robots (LLR).....107
Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang.....108
Machine Learning in Signal Processing.....110
Maschinelles Lernen für Zeitreihen.....112
Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik.....114
Medical Imaging System Technology.....116
Medizinelektronik.....118
Medizintechnik I (Biomaterialien).....120
Modellbildung in der Regelungstechnik.....122
Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen.....123

Multiphysics Systems and Components..... 125
Music Processing - Analysis..... 127
Nonlinear Control Systems.....131
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....133
Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente.....135
Optische Übertragungstechnik..... 136
Power electronics for decentral energy systems..... 138
Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....142
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I.....144
Praktische Einführung in Machine Learning..... 146
Qualitätsmanagement.....148
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1.....151
Radarfernerkundung mit Satelliten.....153
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)..... 155
Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen..... 157
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)..... 159
Robotics 1.....161
Robotics 2.....162
Schätzverfahren in der Regelungstechnik..... 164
Seminar zu Fragen des Entwurfs Sicherheitskritischer Schaltungen.....166
Signalanalyse.....168
Speech Enhancement..... 170
Stochastische Prozesse..... 172
Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens..... 174
Technische Isoliersysteme und deren Zustandsdiagnose.....176
Technische Produktgestaltung.....179
Testfreundlicher Schaltungsentwurf.....184
Test integrierter Schaltungen.....186
Transformationen in der Signalverarbeitung..... 190
Transportprozesse..... 192
Verlässliche Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen)..... 193
Zuverlässigkeit technischer Systeme..... 196
Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik.....
Analoge elektronische Systeme..... 199
Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel).....201
Hochfrequenztechnik..... 203
Leistungselektronik..... 205
Mechatronic components and systems (MCS)..... 208
Photonik 1.....210
Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik.....
Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit..... 213
Antennen.....214
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....216
Bildgebende Radarsysteme.....218
Digitale elektronische Systeme..... 220
Elektromagnetische Verträglichkeit.....222
Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen.....224
HF-Schaltungen und Systeme..... 226
Human-centered mechatronics and robotics.....228
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen..... 230
Komponenten optischer Kommunikationssysteme.....232
Mikrowellenschaltungstechnik..... 234
Numerische Methoden elektromagnetischer Felder.....236

Photonik 2....237
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1....239
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)....241
Robot mechanisms and user interfaces....243
Sensorik....245
Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik....
EMV-Praktikum....248
Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen....250
Laborpraktikum Human-Robot Interaction....252
Laborpraktikum Leistungselektronik....253
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine....255
Praktikum Energieelektronik....257
Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1....259
Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2....261
Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen....263
Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente....265
Praktikum Photonik/Lasertechnik 1....267
Praktikum Photonik/Lasertechnik 2....269
Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design....271
Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik....
Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL....273
Elektromagnetische Feldsimulation....275
Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation....277
Hauptseminar Cognitive Science in Engineering....279
Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit....280
Hauptseminar Leistungselektronik (BA)....282
Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik....284
Joint communications and sensing in wireless systems....286
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics....288
Seminar Elektromagnetische Felder....289
Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik....290
Seminar Human-Robot Interaction....292
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag....293
Seminar Medizintechnik....295
Seminar Photonik/Lasertechnik....297
Seminar Quantentechnologien....299
Seminar Technische Elektronik....300
Smart City: Technologien und Systeme (TuS)....301
Kernmodule Automatisierungstechnik....
Leistungselektronik....304
Linearantriebe....307
Mechatronic components and systems (MCS)....310
Modellbildung in der Regelungstechnik....312
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)....313
Sensorik....315
Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik....
Digitale Regelung....318
Elektrische Antriebstechnik I....320
Elektrische Antriebstechnik II....324
Elektrische Kleinmaschinen....327
Elektrische Maschinen I....329
Elektrische Maschinen II....332

Ereignisdiskrete Systeme..... 334
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation..... 336
Human-centered mechatronics and robotics.....338
Integrierte Navigationssysteme..... 340
Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik.....342
Nonlinear Control Systems.....344
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....346
Pulsumrichter für elektrische Antriebe..... 348
Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)..... 351
Robotics 1.....353
Robotics 2.....354
Robot mechanisms and user interfaces.....356
Schätzverfahren in der Regelungstechnik..... 358
Laborpraktika Automatisierungstechnik.....
Laborpraktikum Human-Robot Interaction.....361
Laborpraktikum Leistungselektronik..... 362
Praktikum Automatisierungstechnik.....364
Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA..... 366
Praktikum Energieelektronik.....368
Praktikum Regelungstechnik I.....370
Praktikum Regelungstechnik II.....371
Hauptseminare Automatisierungstechnik.....
Hauptseminar Cognitive Science in Engineering.....374
Hauptseminar Leistungselektronik (BA)..... 375
Seminar Autonomous Systems and Mechatronics..... 377
Seminar Elektrische Antriebstechnik BA.....378
Seminar Elektrische Maschinen.....380
Seminar Human-Robot Interaction.....382
Seminar 'Moderne Methoden der Regelungstechnik'..... 383
Seminar Regelungstechnik.....384
Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik..... 385
Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik.....
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme.....388
Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme..... 391
Elektrische Antriebstechnik I..... 393
Elektrische Antriebstechnik II..... 397
Elektrische Maschinen I..... 400
Leistungselektronik..... 403
Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik.....
Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen.....407
Digitale Regelung..... 409
Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen..... 411
Elektrische Kleinmaschinen.....413
Elektrische Maschinen II..... 415
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III).....417
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung.....419
Hochspannungstechnik.....421
Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung..... 423
Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang..... 425
Linearantriebe..... 427
Numerical Optimization and Model Predictive Control.....430
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze.....432
Power electronics for decentral energy systems..... 434

Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS... 438
Pulsumrichter für elektrische Antriebe... 440
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)... 443
Regenerative Energiesysteme...445
Schutz- und Leittechnik... 447
Systemlösungen für die Energiewende...449
Thermische Kraftwerke...451
Thermisches Management in der Leistungselektronik...453
Transmission System Operation and Control... 454
Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik...
Laborpraktikum Leistungselektronik... 457
Praktikum Automatisierungstechnik...459
Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA... 461
Praktikum Elektrische Energieversorgung...463
Praktikum Energieelektronik...465
Praktikum Transmission System Operations and Control...467
Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik...
Hauptseminar Leistungselektronik (BA)... 470
Seminar Elektrische Antriebstechnik BA...472
Seminar Elektrische Energieversorgung... 474
Seminar Elektrische Maschinen... 476
Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung... 478
Seminar Nachhaltige Energiesysteme... 480
Smart City: Technologien und Systeme (TuS)... 482
Kernmodule Leistungselektronik...
Elektromagnetische Verträglichkeit...485
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)...487
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung...489
Leistungselektronik... 491
Pulsumrichter für elektrische Antriebe... 494
Schaltnetzteile...497
Vertiefungsmodule Leistungselektronik...
Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit... 500
Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie...501
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme... 503
Digitale Regelung... 506
Elektrische Antriebstechnik I... 508
Elektrische Antriebstechnik II... 512
Elektrische Kleinmaschinen...515
Elektrische Maschinen I... 517
Hochspannungstechnik...520
Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang... 522
Linearantriebe... 524
Power electronics for decentral energy systems... 527
Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS... 531
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)... 533
Regenerative Energiesysteme...535
Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen...537
Thermische Kraftwerke...540
Thermisches Management in der Leistungselektronik...542
Transmission System Operation and Control... 543
Laborpraktika Leistungselektronik...
EMV-Praktikum... 546

Laborpraktikum Halbleitertechnologie..... 548
Laborpraktikum Leistungselektronik..... 550
Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA..... 552
Praktikum Elektrische Energieversorgung.....554
Praktikum Energieelektronik.....556
Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente..... 558
Hauptseminare Leistungselektronik.....
Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation..... 561
Hauptseminar ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie.....563
Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit.....564
Hauptseminar Leistungselektronik (BA)..... 566
Seminar Elektrische Antriebstechnik BA.....568
Seminar Elektrische Energieversorgung..... 570
Seminar Elektrische Maschinen..... 572
Seminar Grundlegende Aspekte der getakteten Stromversorgungen.....574
Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung.....575
Seminar Nachhaltige Energiesysteme..... 577
Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik..... 579
Kernmodule Mikroelektronik.....
Analoge elektronische Systeme.....582
Digitale elektronische Systeme..... 584
Entwurf integrierter Schaltungen I.....586
Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen.....588
Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I)..... 590
Transceiver-Systementwurf..... 592
Vertiefungsmodule Mikroelektronik.....
Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer.....595
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....597
Entwurf Integrierter Schaltungen II.....599
Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen.....601
Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten..... 603
Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen.....607
Globale Navigationssatellitensysteme.....609
Halbleitertechnik II - CMOS-Technik (HL II).....611
Halbleitertechnik IV - Nanoelektronik (HL IV)..... 613
Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (HL V)..... 616
Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (HLT I)..... 618
Hardware-Beschreibungssprache VHDL.....620
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen..... 622
Kommunikationsstrukturen..... 624
Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang..... 626
Low Power Biomedical Electronics..... 628
Medizinelektronik..... 630
Mikrostrukturierte Komponenten für HF Systeme.....632
Quantenelektronik III - Tunnel- und Quantum Well-Bauelemente (QE III)..... 633
Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1.....635
Satellitenkommunikation..... 637
Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik.....642
Laborpraktika Mikroelektronik.....
Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf.....645
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY).....648
Laborpraktikum Halbleitertechnologie..... 651
Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik..... 653

Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine..... 655
Praktikum Analog-Digital-Umsetzer.....657
Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung.....658
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I.....660
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II.....662
Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen..... 664
Praktikum Mikroelektronik.....666
Praktikum Mixed-Signal-Entwurf.....668
Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente..... 670
Praktikum Test..... 672
Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design..... 674
Hauptseminare Mikroelektronik.....
Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL..... 676
Ausgewählte Kapitel der Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie..... 678
Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation..... 680
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik).....682
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation..... 684
Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik.....686
Joint communications and sensing in wireless systems..... 688
Seminar Entwurf Integrierter Schaltungen..... 690
Seminar Entwurf und Zuverlässigkeit Integrierter Schaltungen und Systeme.....692
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag..... 694
Seminar Quantentechnologien..... 696
Seminar Technische Elektronik..... 697
Smart City: Technologien und Systeme (TuS)..... 698
Kernmodule Informationstechnik.....
Digitale Signalverarbeitung.....701
Digitale Übertragung.....703
Hochfrequenztechnik..... 705
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung..... 707
Kommunikationselektronik..... 712
Kommunikationsnetze.....716
Vertiefungsmodule Informationstechnik.....
Advanced Topics in Information Theory.....719
Antennen.....720
Auditory Models.....722
Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion.....723
Convex Optimization in Communications and Signal Processing.....725
Digitale elektronische Systeme..... 727
Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.....729
Globale Navigationssatellitensysteme.....732
Image and Video Compression.....734
Integrierte Navigationssysteme..... 737
Kanalcodierung..... 739
Kommunikationsstrukturen..... 743
Medizinelektronik..... 745
MIMO Communication Systems.....747
Mobile Communications..... 749
Multiuser Information and Communications Theory.....751
Music Processing - Analysis..... 753
Music Processing - Synthesis..... 757

Optische Kommunikationsnetze..... 759
Optische Übertragungstechnik..... 762
Satellitenkommunikation..... 764
Speech and Audio Signal Processing..... 769
Speech Enhancement..... 772
Statistical Signal Processing..... 774
Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications..... 777
Virtual Vision..... 780
Laborpraktika Informationstechnik.....
Audio Processing Laboratory..... 783
Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen..... 785
Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung..... 788
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)..... 790
Laborpraktikum Image and Video Compression..... 793
Laborpraktikum Mobilkommunikation..... 795
Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme..... 798
Laborpraktikum Statistische Signalverarbeitung..... 801
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine..... 803
Praktikum Digitale Übertragung..... 805
Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1..... 809
Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2..... 811
Hauptseminare Informationstechnik.....
Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL..... 814
Audio Processing Seminar..... 816
Audio Processing Seminar..... 818
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik)..... 820
Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation..... 822
Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung..... 824
Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik..... 826
Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik..... 829
Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag..... 831
Seminar Nachrichtentechnische Systeme..... 833
Seminar Technische Elektronik..... 835
Smart City: Technologien und Systeme (TuS)..... 836
Arbeits- und Präsentationstechnik, Simulationstools..... 838
Bachelorarbeit mit Vortrag (B.Sc. Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192)..... 841
Berufspraktische Tätigkeit (Industriepraktikum) (B.Sc. Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192)..... 842
Digitaltechnik..... 843
Elektromagnetische Felder I..... 845
Elektromagnetische Felder II..... 848
Energie- und Antriebstechnik..... 850
Experimentalphysik I..... 853
Experimentalphysik II..... 855
Grundlagen der Elektrotechnik I..... 857
Grundlagen der Elektrotechnik II..... 859
Grundlagen der Elektrotechnik III..... 861
Halbleiterbauelemente..... 863
Informatik der EEI..... 865

Mathematik für EEI 1 867
Mathematik für EEI 2 869
Mathematik für EEI 3 872
Mathematik für EEI 4 874
Nachrichtentechnische Systeme 876
Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten 879
Praktikum Grundlagen der Elektro- und Schaltungstechnik 881
Regelungstechnik A (Grundlagen) 883
Schaltungstechnik 885
Signale und Systeme I 887
Signale und Systeme II 890
Werkstoffkunde für EEI 893

Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar)

1	**Modulbezeichnung** 96740	**Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer** (Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Analog-Digital und Digital-Analog-Umsetzer (1 SWS) Vorlesung: Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer (1 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz Dr. Jürgen Röber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Röber
5	**Inhalt**	• ADU, DAU Kenngrößen und Spezifikation • Überblick über unterschiedliche Umsetzerarchitekturen • SAR-Umsetzer Design • Abtast-Halte Glieder • Komparatoren • Rauscheffekte in Umsetzern • Delta-Sigma-ADU • Current Steering DAC • String DAC • R-2R DAC • Delta-Sigma DAC • Integration von ADUs in ein Gesamtsystem
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen • Die wichtige Kenngrößen für Analog-Digital Umsetzer (ADU) und können die Genauigkeit von ADUs interpretieren. • Die verbreiteten ADU Architekturen und deren Vor- und Nachteile. • Die Komponenten eines SAR ADUs und wichtige Details für den integrierten Schaltungsentwurf von SAR ADUs • Verschiedene integrierte Schaltungstechniken im Entwurf von Delta-Sigma ADUs • Die richtige Verschaltung von ADUs in einer Applikation. Eine falsche Verschaltung führt schnell zu schlechter Genauigkeit. • Die verbreiteten DAU Architekturen, deren Vor- und Nachteile und deren Schaltungsprinzip. • Die grundlegenden Funktionen von Cadence und haben einen Einblick in den integrierten Entwurf von ADUs.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96000	**Antennen** (Antennae)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Antennen (2 SWS) Übung: Antennen Übung (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Tim Pfahler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte) • Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen) • Linearantennen (Dipole, Linienquellen) • Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen) • Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzgesteuerte Arrays) • Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen) • Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektorantennen) • Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika) • Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele) • Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns) • Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme) • Antennen-Messtechnik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden. • erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002. • Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

1	**Modulbezeichnung** 96010	**Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** (Architectures for digital signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Inhalt: • Basis-Algorithmen der Signalverarbeitung (FFT, Fensterung, Digitale FIR- und IIR-Filter) • Nichtideale Effekte bei Digitalfiltern (Quantisierung der Filterkoeffizienten, Quantisierte Arithmetik) • CORDIC-Architekturen • Architekturen für Multiratensysteme (Abtastratenumsetzer) • Architekturen digitaler Signalgeneratoren • Maßnahmen zur Leistungssteigerung (Pipelining) • Architekturen digitaler Signalprozessoren • Anwendungen Content: • Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters) • Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arthmetic) • CORDIC-architectures • Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates) • Digital signal generation • Measures of performance improvement (pipelining) • Architecture of digital signal processors • Applications
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung Die Studierenden verstehen die Theorie der Fourier-Transformation und sind in der Lage, die Vorteile der Fast-Fourier-Transformation in der digitalen Signalverarbeitung zu verstehen und anzuwenden

		Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen ===Englisch=== Students • can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-comtinous and value-continous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain • can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements • can review pros and cons of analogue versus digitzal signal processing • can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing • can dimension digital filters and evaluate their performance
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96885	**Auditory Models** (Auditory models)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Auditory Models (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler
5	**Inhalt**	• Main components of the human auditory system • Common models • Mechanical models • Physiological models • Psychoacoustic models • Applications (hearing aids, audio coding, . . .)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Goals • Students understand the structure and function of the human auditory system • Students gain deeper insight into psychoacoustic phenomena, such as masking, directional and spatial hearing • Students implement and evaluate perceptual models for various applications • Students collaborate with scientists in the fields of audiology and neuroscience
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 118154	**Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Uwe Scheuermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Uwe Scheuermann
5	**Inhalt**	Die Vorlesung gibt einen Überblick über die wichtigsten Grundlagen der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik. Sie soll künftige Entwickler und Anwender von Leistungsmodulen mit den grundlegenden Konzepten vertraut machen. Hierbei werden Grundkenntnisse über leistungselektronische Bauelemente und Grundschaltungen vorausgesetzt, wie sie in der Vorlesung Leistungselektronik" vermittelt werden. Die Vorlesung wird von einem Vertreter der Industrie gehalten, der durch seine langjährige Tätigkeit in der Entwicklung und Qualifizierung von Leistungsmodulen einen reichen Erfahrungsschatz einbringt. Der Dozent ist somit in der Lage, die vorgestellten theoretischen Zusammenhänge durch praxisnahe Beispiele zu veranschaulichen. 1. Einführung • Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik • Grundstruktur eines Leistungsmoduls • Verlustleistung 2. Thermische Grundlagen • Mechanismen der Wärmeableitung • Analogien zwischen thermischer und elektrischer Leitung • Thermische Ersatzschaltbilder 3. Thermische Messverfahren • Messung durch Kontaktsensoren • Berührungslose Messverfahren • Das Leistungsbauelement als Sensor 4. Materialien in der Aufbau- und Verbindungstechnik • Elektrisch leitfähige Materialien • Elektrisch isolierende Materialien • Gehäusewerkstoffe und Silikone 5. Verbindungstechnologien • Löten oder Kleben • Drahtbonden

		• Druckkontakttechnik • Federkontakte 6. Parasitäre Effekte • Parasitärer elektrischer Widerstand • Parasitäre Kapazitäten • Parasitäre Induktivitäten 7. Zuverlässigkeit • Bauelementbezogene Prüfungen • Gehäusebezogene Prüfungen • Lebensdauerrelevante Prüfungen 8. Bauformen von Leistungsmodulen • Monolithisch integrierte Systeme • Bauformen für die Leiterplattenmontage • Klassische Module mit Grundplatte • Module ohne Grundplatte • Architekturen in Druckkontakttechnik • Systemintegration für hohe Leistungen 9. Datenblätter • Elektrische Kenngrößen • Grenzwerte der Belastung • Isolationskoordination 10. Systemaufbau • Kühlkörper • Thermische Koppelmedien • Parallelschaltung 11. Fehler- und Ausfallanalyse • Thermische Überlastung • Zerstörung durch Überspannung • Höhenstrahlung • Korrosion durch Umwelteinflüsse 12. Entwicklungstendenzen und Herausforderungen • Erhöhung der maximal zulässigen Sperrschichttemperatur • Synergien durch Systemintegration • Kandidaten für eine zuverlässigere Verbindungstechnik

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die grundlegenden Funktionen der Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Komponenten, • identifizieren die wichtigsten Eigenschaften der beim Aufbau verwendeten Materialien, • erklären die Funktion von klassischen und fortschrittlichen Verbindungsverfahren, • berechnen das thermische Verhalten eines Leistugsmoduls mit Hilfe von thermischen Ersatzschaltbildern, • analysieren unterschiedliche Moduldesigns hinsichtlich ihrer thermischen und parasitären elektrischen Eigenschaften, • bewerten verschiedene Bauformen leistungselektronischer Module hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für spezifische Anwendungsanforderungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	Dierk Schröder: Leistungselektronische Bauelemente, 2.Auflage, Springer, Berlin, 2006. (Kapitel 10, S. 706-772) Josef Lutz: Halbleiter-Leistungsbauelemente, Springer, Berlin, 2006. (Kapitel 4-7, S. 269 ff) Peter R. W. Martin (Hrsg.): Application manual power modules, ISLE, Ilmenau, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 96875	**Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre
5	**Inhalt**	Perceptual audio coding is ubiquitous in modern life (mp3 players, mobile phones, DVD players, computers, ...) Based on related classes (esp. Speech and Audio Processing"), this lecture aims at deepening the understanding of modern algorithms for perceptual source coding of audio. It includes an overview of the most relevant standardized coders, starting with MPEG-1 (incl. mp3) via MPEG-4 all the way to the most recent MPEG Audio standard. The significant algorithms are discussed and new approaches are described. The selected topics include: Efficient coding of several audio channels / parametric multi- channel coding Typical coding artifacts; subjective and objective quality assessment Scalable audio coding Bandwidth extension Semi-parametric audio coding Low-delay audio coding The lecture includes a number of demonstrations and audio examples to illustrate the discussed algorithms.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Wissen - Die Studenten kennen die Hauptkomponenten eines gehörangepassten Audiocodecs, sowie die wichtigsten Algorithmen, Codierstrategien und Bewertungsmethoden. Weiterhin kennen sie die Terminologie und gängige Abkürzungen aus diesem Kontext. • Verstehen - Die Studenten verstehen, wie Designentscheidungen in Audiocodecs die letztendlich erreichte Audioqualität beeinflussen, verstehen die gebräuchlichsten Tools aus dem Bereich der gehörangepasste Audiocodierung und wie verschiedene Anwendungsszenarien das Coderdesign bestimmen. • Anwenden - Die Studenten können übliche mathematische Analysemethoden verwenden, um einfache Coder-Componenten zu beschreiben und gegebenenfalls zu modifizieren.

		• Analysieren - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge dazu analysieren um die zugrundeliegenden Konzepte und Anforderungen zu erfassen. • Evaluieren (Beurteilen) - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge evaluieren um zu beurteilen, welcher Standard bzw. welches Messwerkzeug das passendste ist für einen bestimmten Anwendungsfall. • Synthese - Die Studenten können eine Liste von Anforderungen und Bewertungskriterien für Audiocodecs zusammenstellen für gewünschte Anwendungsfälle. • Lern- bzw. Methodenkompetenz - Die Studenten hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln 6. Leistungselektronische Komponenten 7. Speicher
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere), • kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen, • verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten, • verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen, • wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an, • wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an, • wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und • können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010. • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

1	**Modulbezeichnung** 23070	**Biomedizinische Signalanalyse** (Biomedical signal analysis)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Biomedizinische Signalanalyse Übung (2 SWS) Vorlesung: Biomedizinische Signalanalyse (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Björn Eskofier Daniel Krauß
5	**Inhalt**	**Inhalt** Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt. Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben. Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs. **Content** The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis. Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is obtained. For more information, please visit our associated StudOn course
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses**

Fachkompetenz

Wissen

- die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben

Verstehen

- die wesentlichen Ursachen von Artefakten in Biosignalen erklären
- Zusammenhänge zwischen der Entstehung der Biosignale des menschlichen Körper und dem gemessenen Signal erklären
- Messmethoden der wichtigsten Biosignale erklären
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten erläutern
- bekannte Algorithmen der Verarbeitung bestimmter Biosignal erklären (z.B. Pan Tompkins für EKG)
- typische Komponenten und ihre Bedeutung in einer generischen Signalanalyse Kette erläutern
- die Struktur und Funktionsweise von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster darstellen

Anwenden

- Signalcharakteristiken im Zeit- und Frequenzbereich bestimmen
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung anwenden und in Python implementieren
- Filteroperationen zur Eliminierung von Artefakten anwenden und in Python implementieren
- Methoden selbstständig auf interdisziplinäre Fragestellungen der Medizin und der Ingenieurwissenschaften anwenden
- das Ergebnis von typischen Filteroperationen abschätzen

Analysieren

- Filtercharakteristika von Schaltkreisen ableiten
- Algorithmen der Biosignalverarbeitung vergleichen
- Klassifikationsprobleme in Python lösen
- Typische Artefakte in Biosignalen erkennen und Lösungsstrategien vorschlagen

Evaluieren (Beurteilen)

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren

- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

After completion of the course, students are able to

Knowledge

- reproduce the generation, measurement, and characteristics of important biosignals of the human body

Understanding

- explain the causes of artifacts in biosignals
- explain relations between the generation of biosignals and the measured signal
- explain methods for the measurement of important biosignals
- explain filter operations for the reduction of artifacts
- explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)
- explain typical components and their importance in the signal analysis chain
- explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition

Application

- determine signal characteristics in the time and frequency domain
- apply and implement algorithms for signal analysis in Python
- implement filter operations for the reduction of artifacts in Python
- estimate the result of filter operations
- apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering

Analyze

- derive filter characteristics from electric circuits
- compare signal analysis algorithms
- solve classification problems in Python

		• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction **Evaluation** • compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context • evaluate classification results • discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering • solve and discuss problems in groups cooperatively in the group excercises and the online forum

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Prerequisites**
		
		The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:
		• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)
		•
		  ° Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations
		• Basic math: Integration, Differentiation, Limits
		•
		  ° Fourier Transform (qualitative understanding)
		  ° Basic filter types
		  ° z-plane (qualitative understanding)
		
		Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:
		
		• Advanced filter concepts
		• z-plane math / z-transform / pole-zero plots
		• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties
		• Laplace transform
		• Basics of Python (for the exercises)
		
		If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that

		some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics! • Signals and Systems I • Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker • Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math) • A visual introduction to Fourier Transform • Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley & Sons. • E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley & Sons.

1	**Modulbezeichnung** 816185	**Body Area Communications** (Body area communications)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Body Area Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Contents: The Lecture and exercise deals with the following topics: • Introduction to Body Area Communications • Electromagnetic Characteristics of Human Body • Electromagnetic Analysis Methods • Body Area Channel Modeling • Modulation/Demodulation • Body Area Communication Performance • Electromagnetic Compatibility Consideration
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Learning objectives • Students understand the challenges in designing Body Area Communication (BAC) systems • Students can conduct basic design decisions with BAC systems, like frequency and modulation selection • Students understand electromagnetic wave propagation in bodies • Students understand the frequency dependent loss and propagation behavior of electromagnetic waves • Students can analyze the communication performance of a BAC system • Students can evaluate Electromagnetic Compatibility of a BAC system • Students can assess the field strength inside body and relate it to regulatory limits like SAR (Specific Absorption rate), frequency dependent maximum electrical and magnetic field strength • Students can sketch block diagrams of BAC systems • tudents can derive channel models for BAC
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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 oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Voigt, Industrielles Management, 2008

1	**Modulbezeichnung** 92539	**Drahtlose Automobilelektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Drahtlose Automobilelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Maximilian Lübke Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Im Rahmen dieses Modules werden die Grundlagen und technische Ausführung drahtloser Fahrassistenzsysteme vermittelt. Elektrofahrzeuge werden nicht nur die heute bereits in der Oberklasse verfügbaren Fahrassistenzsysteme nutzen sondern weitere E-Mobility spezifische Anwendung insbesondere zur Energie- und Reichweitoptimierung. Drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtungen, zwischen Fahrzeugen untereinander, genaue Ortung und Streckenprognose sowie autonomes energiesparendes Fahren mit Radar-Abstandsreglung spielen hier eine wichtige Rolle. In diesem Modul werden diese modernen Entwicklungen adressiert und die dafür notwendigen Grundlagen erarbeitet. Grundlagen: • Funkkanaleigenschaften • Modellierung • Modulation, Codierung, Vielfachzugriff Fahrzeugkommunikationssysteme: • Übertragungssysteme für die Fahrassistenz • Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation • Breitbandige In-Car-Datenübertragung Fahrzeugsensorik: • Fahrzeugortung (lokal und global) • Automobilradar und Umfeldüberwachung • Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:

		• Relevante Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien zu klassifizieren • Modulationstechniken zu erläutern und zu bewerten • Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern • Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren • Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 179490	**Echtzeitsysteme mit erweiterten Übungen** (Real-time systems with extended exercises)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Rechnerübungen zu Echtzeitsysteme (2 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme (2 SWS) Übung: Erweiterte Übungen zu Echtzeitsysteme (2 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Peter Wägemann Simon Schuster	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Videobearbeitung in Echtzeit, Echtzeitstrategiespiel, echtzeitfähig - der Begriff Echtzeit ist wohl einer der am meisten strapazierten Begriffe der Informatik und wird in den verschiedensten Zusammenhängen benutzt. Diese Vorlesung beschäftigt sich mit dem Begriff Echtzeit aus der Sicht von Betriebssystemen - was versteht man eigentlich unter dem Begriff Echtzeit im Betriebssystemumfeld, wo und warum setzt man sog. Echtzeitbetriebssysteme ein und was zeichnet solche Echtzeitbetriebssysteme aus? In dieser Vorlesung geht es darum, die oben genannten Fragen zu beantworten, indem die grundlegenden Techniken und Mechanismen vermittelt werden, die man im Betriebssystemumfeld verwendet, um Echtzeitsysteme und Echtzeitbetriebssysteme zu realisieren. Im Rahmen dieser Vorlesung werden unter anderem folgende Themen behandelt: • zeitgesteuerte und ereignisgesteuerte Systeme • statische und dynamische Ablaufplanungsverfahren • Fadensynchronisation in Echtzeitbetriebssystemen • Behandlung von periodischen und nicht-periodischen Ereignissen In den begleitenden Übungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Techniken bei der Entwicklung eines kleinen Echtzeitsystems praktisch umgesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • unterscheiden die verschiedenen Komponenten eines Echtzeitsystems. • bewerten die Verbindlichkeiten von Terminvorgaben (weich, fest, hart). • erläutern die Zusammensetzung des Laufzeitverhaltes einer Echtzeitanwendung. • klassifizieren die Berührungspunkte zwischen physikalischem Objekt und kontrollierendem Echtzeitsystem. • interpretieren die Zeitparameter des durch das Echtzeitrechensystem zu kontrollierenden Objekts.

		• nennen die Zeitparameter des zugrundeliegenden Rechensystems (Unterbrechungslatenz, Ausführungszeit, ...). • unterscheiden synchrone und asynchrone Programmunterbrechung (insbesondere Trap/Interrupt, Ausnahmebehandlung und Zustandssicherung). • skizzieren die Verwaltungsgemeinkosten des schlimmsten Falls. • entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 an. • erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle • ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden. • erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten. • unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus). • benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert). • erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit). • unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen). • beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-. • vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen. • erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch). • illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET). • erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review. • erproben und konzipieren werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs. • Entwickeln und annotieren Flußrestrikionen für die statische WCET-Analyse. • beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode). • skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit). • erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).

		• unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb. • wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an. • unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST). • nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten). • erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • entwickeln ein softwarebasiertes Oszilloskop und erstellen dessen zeitliche Analyse und Ablaufplanung. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing.

		• ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit). • beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz). • konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos. • implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • gestalten einen Signal-Trigger für das entwickelte softwarebasierten Oszilloskops. • konzipieren explizite Synchronisation mittels Nachrichten in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • analysieren Blockade für die Zugriffskontrolle in eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich.

		Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. System-programmierung. Vorlesungsfolien. 2006.

1	**Modulbezeichnung** 44631	**Einführung in die IT-Sicherheit** (Introduction to IT security (EinfITSec))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Einführung in die IT-Sicherheit - Übung (2 SWS) Vorlesung: Angewandte IT-Sicherheit (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Ralph Palutke Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling	

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.
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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	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** 123620	**Elektrische Bahnen** (Electrical railways)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Bahnen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Matthias Hofstetter	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Matthias Hofstetter
5	**Inhalt**	Ziel Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage, • den Einfluss der Einsatzbedingungen Elektrischer Bahnen auf die Auslegung der Antriebstechnik (Traktion) zu bewerten, • das komplexe Zusammenspiel zwischen elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Komponenten in Straßen- und Stadtbahnen, U-Bahnen, Vollbahnen zu analysieren und zu bewerten, • einfache Dimensionierungen von Triebfahrzeugen aus Zugkraft-/Geschwindigkeitsanforderungen zu entwickeln, • die Steuerung von Fahrmotoren sowie die Erzeugung und Übertragung von Zugkraft zu analysieren, • sowie die historische Entwicklung, die verkehrstechnischen Aspekte der Zugförderung, die Geräte der Stromrichtertechnik, die Energieversorgungssysteme der Bahnen und das Gebiet der "unkonventionellen" Bahnen zu erinnern. Inhalt: Historischer Überblick, elektrische Zugförderung, Vorteile elektrischer Zugförderung, verkehrstechnische Unterteilung der Bahnen, Energieversorgungssysteme der Bahnen, Dimensionierung von Triebfahrzeugen, Übertragung der Zugkraft, Fahrmotoren, Gleichstrom-Reihenschlußmotor, Einphasenwechselstrom-Kommutatormotor, Asynchronmotor, Antriebe, Getriebe, Kopplung Antrieb-Fahrzeug, Steuerung der Fahrmotoren, Fahrmotorsteuerung bei Gleichstrombahnen, Fahrmotorsteuerung bei Wechselstrombahnen, Umrichter, Drehstromantriebstechnik, Kompatibilität, Geräte der Stromrichtertechnik, Stromabnehmer, Hauptschalter, Hilfsbetriebe, Fahrzeuge, Straßen- und Stadtbahnen, U-Bahnen, Vollbahnen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage, • die allgemeine Theorie der Leistungselektronik und der elektrischen Antriebstechnik auf die Dimensionierung von Triebfahrzeugen elektrischer Bahnen anzuwenden, • das erlangte Wissen auf Aspekte der Automobil-Elektromobilität zu übertragen,

		• das gewonnene Verständnis für Unternehmerische Strategien mit den zugehörigen Investitionsentscheidungen sowie die Betrachtung von Produktkosten im Lebenszyklus zu erinnern, • basierend auf dem historischen Abriss die heutigen Technologie Chancen bzgl. ihrem Innovationspotenzial am Markt zu beurteilen, • die erworbene Kenntnis vom komplexen Zusammenwirken der Subsystemen, der regionalen Entstehung von Normen und dem heutiger Handlungsbedarf bzgl. deren Harmonisierung zu berücksichtigen • sowie die Lernziele bei einer zugehörigen Werksführung zu festigen und zu vertiefen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	Z. Filipovic: Elektrische Bahnen, Springer-Verlag

1	**Modulbezeichnung** 94969	**Elektrische Energiespeichersysteme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	• Einführung in elektrische Energiespeichersysteme und deren Anwendung hinsichtlich Betriebsweise und Belastungsformen in mobilen und stationären Anwendungen. • Grundlagen zu elektrochemischen und physikalischen Energiespeichern sowie der notwendigen Elektronik zur Überwachung (z.B. Batteriemanagement (BMS)) und Anbindung an Erzeuger und Verbraucher (z.B. Leistungselektronik). • Betrachtung von Batteriesystemen (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl2, LiIo), Brennstoffzellen, Schwungmassenspeichern, Kondensatoren und thermischen Speichern. • Grundlagen zur analytischen Auslegung von Speichersystemen für mobile und stationäre Anwendungen hinsichtlich Energieinhalt, Lade-/Entladeleistung, Verlustleistung und Lebensdauer • Sicherheitsaspekte beim Einsatz von Energiespeichern
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Es werden die Grundlagen für die Auswahl und den Einsatz von elektrischen Energiespeichern vermittelt. Dazu werden die am weitesten verbreiteten elektrochemischen Energiespeicher vorgestellt und ihre spezifischen Eigenschaften diskutiert. Daneben werden auch Speichersysteme auf Basis von Kondensatoren, Schwungmassenspeichern und Wasserstoffbasierten Brennstoffzellen behandelt. Dazu werden die grundlegenden elektrischen Eigenschaften und das Verhalten der Systeme beschrieben. Für den Einsatz in unterschiedlichen Anwendungen lernen die Studierenden die notwendigen Anforderungen zu spezifizieren, die Datenblattangaben zu interpretieren und Speichersysteme auszulegen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgan Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9 Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2

1	**Modulbezeichnung** 94971	**Elektrische Energiespeichersysteme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Energiespeichersysteme (3 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Bernd Eckardt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic). Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl2, LiIo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile an stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime Safety aspects using energy storage systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered. The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Prerequisites: To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgan Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9 Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2

1	**Modulbezeichnung** 92357	**Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Entwurf von mobilen Sensorsystemen und -knoten (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Fabian Michler Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Fabian Michler Benedict Scheiner
5	**Inhalt**	• Sensortypen (low-power, resiliente Sensorsysteme) • Entwurfswerkzeuge (Simulationsprogramme (SPICE, Altium,...)) • Layout - EMV-Thematiken - Bauteilauswahl, Substratauswahl, parasitäre Effekte • HF-Schnittstelle zur Datenübertragung • Analoge Signalkonditionierung • AD-Umsetzung und Signalverarbeitung • Programmierbare Digitalsysteme (uC/FPGA) • Power-Management • Testumgebung (SCPI, Channel-Sounding)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Notwendigkeit verschiedener Sensorsysteme und wissen wie verschiedene Entwurfswerkzeuge anzuwenden sind. Verstehen Den Zusammenhang der einzelnen Systemkomponenten zueinander Anwenden Die Studierenden können mobile Sensorsysteme implementieren, erklären und einordnen. Erschaffen Studierende sind in der Lage anwendungsspezifische Sensorknoten zu planen und zu kreieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92430	**Ereignisdiskrete Systeme** (Ereignisdiskrete Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ereignisdiskrete Systeme - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Ereignisdiskrete Systeme (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Yiheng Tang Prof. Dr. Thomas Moor	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	Formale Sprachen als Modelle ereignisdiskreter Dynamik • reguläre Ausdrücke, endliche Automaten, Nerode-Äquivalenz • natürliche Projektion, synchrone Komposition, Konfliktfreiheit. Entwurf ereignisdiskreter Regler: • Sicherheitsspezifikation, Konfliktfreiheit • supremale steuerbare Teilsprache, Fixpunktiterationen • Normalität, Regelung unter eingeschränkter Beobachtbarkeit. Anwendungsstudie: • Modellbildung eines einfachen technischen Prozesses • Spezifikation/Entwurf/Simulation am Anwendungsbeispiel
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Teilnehmer dieser Veranstaltung • erklären, illustrieren und validieren die vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • entwickeln einfache Ergänzungen zu den vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsverfahren, • überprüfen die vorgestellten Entwurfsverfahren hinsichtlich einzelner Lösungseigenschaften, • entwickeln ereignisdiskrete Modelle einfacher technischer Prozesse, einschließlich formaler Spezifikationen, • wählen im Kontext einfacher technischer Prozesse geeignete Entwurfsverfahren aus und wenden diese kritisch an, • bewerten ihre Regelkreise im Simulationsexperiment.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, eines der folgenden UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) (WS 2017/2018) • Einführung in die Regelungstechnik (ERT) (WS 2017/2018)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999

1	**Modulbezeichnung** 96317	**Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS) Übung: Übung zu Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Witzigmann Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Elektromagnetische Feldtheorie für Wellenleiter und Resonatoren Kurze Einführung in die Quantenphysik/Halbleitertheorie Theorie Licht-Materie Wechselwirkung Glasfaser Halbleiterlaser Photodiode Modulator
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden geben die Grundbegriffe der optoelektronischen Bauelemente und der faserbasierten Informationsübertragung wieder wenden die Grundgleichungen der elektronagnetischen Feldtheorie auf optoelektronische Komponenten an klassifizieren Laser und Photodioden anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte beschreiben, skizzieren und vergleichen den Aufbau und die Materialzusammensetzung unterschiedlicher Bauelemente können anhand der vermittelten Modelle und Beschreibungen die Funktionsweise und Spezifikationen von Lasern, Modulatoren, Photodioden und Wellenleitern beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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 oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Folien zur Vorlesung Shun Lien Chuang: Physics of Photonic Devices" 2012 (Wiley) Voges und Petermann: Optische Kommunikationstechnik" 2002 (Springer) Coldren and Corzine: Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits" 1995 (Wiley) Saleh and Teich: Fundamentals of Photonics" 1991 (Wiley)

1	**Modulbezeichnung** 48432	**Game theory with Applications to Information Engineering** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Game Theory with Applications to Information Engineering (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Veronika Grimm	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	The course is an introduction to the fundamentals of game theory and mechanism design. Motivations are drawn from topics in information engineering and networked systems (e.g. incentive-compatible/dynamic resource allocation in networks, distributed control of wireline and wireless communication networks, multi-agent systems, pricing and investment decisions in the Internet). Also social and economic contexts will be covered in order to put the engineering applications into a broader perspective. The course emphasizes theoretical foundations of game theory and develops knowledge on the standard equilibrium notions in different environments.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students acquire a more formal understanding of game theoretical concepts and learn to differentiate between different types of games and their appropriate solution concepts, including Strategic Form Games, Dynamic Games with Complete Information, Static Games with Incomplete Information, and Dynamic Games with Incomplete Information. They learn the applications of these concepts to real-world multi-person decision problems and to give predictions based on the equilibrium concepts studied in the course.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of game theory and its core applications
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) The exam covers all materials from the lectures and exercise classes.
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**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Main:

		Fudenberg, D. and Tirole, J. (2007), Game Theory, Cambridge, MIT Press. Further: Osborne, M. and Rubenstein, A. (1994), A Course in Game Theory, Cambridge, MIT Press.

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	**<u>Inhalt (Vorlesung):</u>** • 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**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	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** 92502	**Grundlagen der optoelektronischen Bauelemente** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der optoelektronischen Bauelemente (1 SWS) Vorlesung: Grundlagen der optoelektronischen Bauelemente (3 SWS)	1,5 ECTS 3,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer Prof. Dr. Bernd Witzigmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Funktionsweise von LEDs, Solarzellen, Transistoren, Dioden sowie Grundlagen der mikroskopischen Beschreibung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Beherrschung der mikroskopischen Mechanismen für Ladungsträgertransport in Bauelementen • Zusammenhang der internen Bauelementephysik mit Systemspezifikationen der Anwendungen • Aufbau und Funktionsweise von LEDs, Solarzellen, Dioden und deren Materialien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Wuerfel, Solarzellen • Schubert, Light Emitting Diodes • Cohen Tannoudji, Quantum Mechanics • Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 93090	**Grundlagen der Schaltungstechnik** (Foundations of circuit technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Grundlagen der Schaltungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Schaltungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Florian Rittner Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger

5	**Inhalt**	In der Lehrveranstaltung werden grundlegende Zusammenhänge elektrotechnischer Systeme, welche die Grundlage fast aller digitalen Datenverarbeitungssystemen bilden, behandelt. Zu Beginn werden elektrotechnischen Grundbegriffe und mathematische Grundlagen vermittelt. Daraufhin werden die Techniken zur Analyse von Gleich- und Wechselstromnetzwerken erläutert. Die grundlegenden elektrotechnischen Bauelemente Widerstand, Kondensator und Spule werden eingeführt und ihre Eigenschaften untersucht. Nachfolgend werden nichtlineare Bauelemente, wie Diode, Transistor und Operationsverstärker betrachtet und analysiert. Die Netzwerkanalyse wird anschließend auf Schaltvorgänge ausgeweitet. Außerdem wird das Funktionsprinzip von CMOS-Schaltungen erläutert und einfache digitale logische Grundschaltungen behandelt. Abschließend wird ein Überblick über Prinzipien der Datenspeicherung auf mikroelektronischer Basis gegeben, sowie Schaltungen zu Digital-Analog- und Analog-Digital-Wandlung vorgestellt und diskutiert.
		
		Elektrotechnische Grundlagen
		• Mathematische Grundlagen
		• Netzwerkanalyse Gleichstromfall
		• Netzwerkanalyse Wechselstromfall
		
		Elektronische Bauelemente
		
		• Widerstand, Kondensator, Spule
		• Diode, Transistor, Operationsverstärker
		
		Einfache dynamische Vorgänge in Schaltungen
		
		•
		  º Funktionsprinzip von CMOS Schaltungen
		  º Einführung logischer Grundschaltungen in CMOS
		  º Prinzipien mikroelektronischer Datenspeicher
		  º Digital-Analog-Wandler
		  º Analog-Digital-Wandler

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die Grundprinzipien elektrotechnischer Netzwerke • kennen zugrundeliegende Annahmen und Voraussetzungen • können einfache Schaltungen im Gleichstrom-, Wechselstromfall und bei Schaltvorgängen berechnen

		• können die Funktionsweise einfacher digitaler Logikschaltungen erklären
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze, U. ; Schenk, Ch. : Halbleiter-Schaltungstechnik. Berlin: Springer.

1	**Modulbezeichnung** 92526	**Halbleitertechnik VI - Flexible Elektronik (HL VI)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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**	Dr. Michael Jank
5	**Inhalt**	1.Einführung -Vergleich Elektroniktechnologien, Anwendungen für großflächige und flexible Elektronik • Integrationstechniken 2. Bauelementekonzepte der Dünnschichtelektronik • Dünnschichttransistoren / TFTs • Passive Bauelemente • Ausgewählte Sensoren 3. Materialien und Prozessierung • Beschichtungs- und Drucktechniken • Dünnschichttechnologien (a-Silicium, Polysilicium, Metalloxide, Organik) • Substrat-, Prozess- und Bauelementeoptionen für flexible Anwendungen 4. Mechanische und elektronische Integration • Verbindungstechniken • Drahtlose Schnittstellen 5. Anwendungen

		• Großflächige Sensoren, Sensormatrizen und Ausleseelektronik • Typen, Aufbau und Ansteuerung von Displays
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernende können evidenzbasierte, qualitative und quantitative Urteile zu Sachverhalten anhand von Kriterien anstellen, d.h. technologische Ansätze miteinander vergleichen, Handlungsempfehlungen erstellen und begründen, sowie Lösungsszenarien entwerfen. Lernende können Herangehensweisen zur Vereinfachung komplexer Probleme anwenden, zielorientierte Technologieoptimierung bei gegenseitigen Abhängigkeiten (Kompromissfindung) durchführen sowie Größen und Kerneigenschaften von Technologien erfassen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92514	**Halbleitertechnologie II - Prozess- und Bauelementesimulation (HLT II)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Halbleitertechnologie II - Prozess- und Bauelemente-Simulation (1 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnologie II - Prozess- und Bauelemente-Simulation (2 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Lorenz
5	**Inhalt**	In der Halbleitertechnologie wird eine Vielzahl von Prozessschritten zur Herstellung der Bauelemente verwendet. Aufgabe der Prozesssimulation ist die Voraussage vor allem der Geometrien und Dotierungsverteilungen dieser Bauelemente, woraus dann mithilfe der Bauelementesimulation die elektrischen Eigenschaften abgeleitet werden können. Insgesamt dient die Simulation dem besseren Verständnis der Prozesse und Bauelemente sowie der Reduktion der Entwicklungszeiten und kosten. In dieser Vorlesung werden die zur Beschreibung der einzelnen Prozessschritte verwendeten physikalischen Modelle dargestellt, wobei sowohl auf die historische Entwicklung als auch auf den aktuellsten Stand der Forschung eingegangen wird. Zur Auswertung dieser Modelle in ein- und mehrdimensionalen Simulationsprogrammen benötigte Algorithmen werden zusammengefasst. Anhand von Anwendungsbeispielen werden spezielle technologische Effekte und ihre simulationsmäßige Beschreibung diskutiert. Des Weiteren werden die Grundlagen der Bauelementesimulation dargestellt. Hierbei wird sowohl auf die gängigen Verfahren zur Simulation des Ladungsträgertransports sowie auf die wichtigsten Modelle für die grundlegenden Halbleitereigenschaften eingegangen. Die Vorlesung schließt mit einer Bestandsaufnahme der in der Industrie verbreitetsten Simulationsprogramme sowie einem Ausblick auf die weitere Entwicklung des Gebiets sowie seiner Anwendungen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • gewinnen einen Überblick der Methoden der Geräte-, Prozess- und Bauelementesimulation (Modelle, Algorithmen, Anwendung) • lernen anhand der Prozess- und Bauelementesimulation die Bedeutung und Anwendung der Simulation in den Ingenieurwissenschaften im Allgemeinen kennen • haben damit eine gute Grundlage zur schnellen Einarbeitung als qualifizierter Anwender oder zum Einstieg in die Forschung zur Simulation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Vorlesung ist Teil des Zyklus Halbleitertechnologie des LEB und auf diesen abgestimmt. Der vorige Besuch der Vorlesung Halbleitertechnologie I wird empfohlen.

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96750	**Hardware-Beschreibungssprache VHDL** (VHDL Hardware description language)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Hardware-Beschreibungssprache VHDL (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Vorlesung mit integrierter Rechnerübung zur Syntax und zur Anwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language) nach dem Sprachstandard IEEE 1076-1987 und 1076-1993, Anwendung von VHDL zum Entwurf von FPGAs in der Praxis. • Konzepte und Konstrukte der Sprache VHDL • Beschreibung auf Verhaltens- und Register-Transfer-Ebene • Simulation und Synthese auf der Gatterlogik-Ebene • Verwendung professioneller Software-Tools (Xilinx Vivado) • Vorlesung mit integrierten Rechner-Übungen (Labs) • Kursmaterial ist englisch-sprachig, die Vorlesungssprache deutsch Zielgruppe sind Hörer aller Fachrichtungen, die sich mit dem Entwurf, Simulation und Synthese digitaler Systeme und Schaltungen beschäftigen wollen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Fachkompetenz** • Wissen Die Studierenden können Begriffe und Definitionen einer Hardware-Beschreibungssprache (hier VHDL) darlegen. • Verstehen Die Studierenden verstehen den Zusammenhang bzw. die Transformation zwischen einer Hardware-Struktur und deren Abbildung in einer Hardware-Beschreibungssprache in beiden Richtungen. • Analysieren Die Studierenden klassifizieren ein gewünschtes Systemverhalten, strukturieren dieses in Teilmodule, und realisieren die Teilmodule bzw. das System in der Hardware-Beschreibungssprache. • Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden schätzen VHDL-Modelle bezüglich des quantitativen und qualitativen Hardware-Aufwandes ein, überprüfen diese gegen vorliegende Randbedingungen (constraints), und vergleichen sie mit alternativen Lösungen.

		Lern- bzw. Methodenkompetenz Die theoretischen Inhalte der Sprache können durch Einsatz eines Simulations- und Synthesewerkzeuges im praktischen Einsatz selbständig verifiziert und deren Verständnis vertieft werden. **Sozialkompetenz** Die Studierenden stärken ihre Fähigkeit, vorliegende Aufgabenstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96220	**HF-Schaltungen und Systeme** (HF-Schaltungen und Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: HF-Schaltungen und Systeme Übung (2 SWS) Vorlesung: HF-Schaltungen und Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Nach einer einleitenden Übersicht über aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik werden die Grundlagen nichtlinearer Schaltungen behandelt. Auf dieser Basis werden resistive und parametrische Mischer sowie Detektoren und Frequenzvervielfacher mit Schottky- und Varaktor-Dioden vorgestellt und beispielhafte Schaltungen besprochen. Im nächsten Abschnitt werden Mikrowellenverstärker mit Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren für kleine und mittlere Leistungen sowie Klystron- und Wanderfeldröhrenverstärker für hohe Leistungen mit ihrem konstruktiven Umfeld vorgestellt und Schaltungsausführungen analysiert. Ausgehend von den allgemeinen Schwingbedingungen werden dann Zweipol- und Vierpol-Oszillatoren in ihrer Funktionsweise dargestellt und Berechnungsverfahren angegeben. Neben Tunneldioden- und Transistor-Oszillatoren werden auch Laufzeit-Halbleiter-Systeme in Form von Gunn-Elementen und IMPATT-Dioden sowie Laufzeit-Röhren behandelt. Verfahren zur passiven und aktiven Frequenzstabilisierung, komplexere Zusammenschaltungen von aktiven und nichtlinearen Komponenten und eine Darstellung der Einsatzbereiche von aktiven/nichtlinearen Elemente in HF-Systemen runden die Lehrveranstaltung ab.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben spezialisiertes und vertieftes Wissen über den Umgang mit aktiven und nichtlinearen Bauelementen der Hochfrequenztechnik • können physikalische Prinzipien und deren technische Umsetzung zur Realisierung von Hochfrequenz-Mischern, Detektoren, Vervielfachern, Verstärkern und Oszillatoren anwenden. • sind in der Lage, die Schaltungen der genannten HF-Komponenten eigenständig zu analysieren, zu konzipieren und zu entwickeln. • können hochfrequenten Eigenschaften von aktiven und nichtlinearen Schaltungen berechnen, darstellen und bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Halbleiterbauelemente • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	B. Razavi, "RF Microelectronics", 2. Auflage Prentice Hall 2011 Zinke, O., Brunswig, H., "Hochfrequenztechnik", Band 2, Springer, Berlin, 5. Auflage, 1999. Voges, E., "Hochfrequenztechnik", 3. Auflage, Hüthig, 2004. Bächtold, W., "Mikrowellentechnik", Vieweg, Braunschweig, 1999. Bächtold, W., "Mikrowellenelektronik", Vieweg, Braunschweig, 2002. Maas, S. A., "Nonlinear Microwave and RF Circuits", Artech House, 2. Auflage, 2003. Pozar, D. M., "Microwave Engineering", 4. Auflage Wiley 2011.

1	**Modulbezeichnung** 145947	**Hochfrequenzmesstechnik** (Microwave Measurements)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Hochfrequenzmesstechnik (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Siegfried Martius Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Die Hochfrequenzmesstechnik hat für die Tätigkeiten in der Forschung, Entwicklung und Fertigung eine ganz besondere Bedeutung. Sie dient der Verifikation von Praxis und Theorie bei der Entwicklung neuer Funk-, Radar- und Drahtlosgeräten und Verfahren sowie bei der Einhaltung technischer Parameter während der Fertigung der Geräte. In der Vorlesung in Kombination mit praktischen Übungen werden typische Geräteklassen der HF-Messtechnik, deren Aufbau und Anwendungsgebiete detailliert vorgestellt und Messaufgaben demonstriert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Die Lernenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweise von typischen Baugruppen in HF-Messgeräten. Sie können das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen beschreiben. Anwenden Die Lernenden können Gerätekonzepte vergleichen und durch Rechnungen abschätzen, welche Anforderungen an Messgeräte durch die jeweilige Messaufgabe gestellt werden. Analysieren Lernende können alternative Gerätekonzepte für eine Messaufgabe differenzieren und gegenüberstellen. Evaluieren (Beurteilen) Lernende können aus der Kenntnis der Funktionsweise und des Aufbaus eines Messgeräts unter Berücksichtigung der Messanforderungen HF-Messtechnik evaluieren. Erschaffen

		Lernende können mit dem vermittelten Wissen Messgeräte konzipieren und unter Anwendung der zugrundeliegenden Theorie Blockschaltbilder für ein Gerätekonzept erstellen und die Leistungsfähigkeit abschätzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Thumm, M., Wiesbeck, W., Kern, S.: Hochfrequenzmeßtechnik. B.G. Teubner, Stuttgart, 1997 Schiek, B.: Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1999 Hiebel,M.: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2006 Rauscher,Ch.: Grundlagen der Spektrumanalyse, München: Rohde & Schwarz GmbH, 2004 Dunsmore, J.P.: Handbook of Microwave Component Measurements Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012 Bonaguide,G.; Jarvis,N.: The VNA Applikation Handbook, Boston, London: Artech House, 2019

1	**Modulbezeichnung** 96310	**Image and Video Compression** (Image and video compression)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Image and Video Compression (1 SWS)	-
3	Lehrende	Andy Regensky	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling *Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding *Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards *Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization *Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM) *Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts *Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding *Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats *Image Coding Standards*

		JPEG and JPEG2000 *Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding *Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal • unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten • verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten • berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer) • bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren • wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an • verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen • beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe • analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale • kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression. The students • visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal • differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding • understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data • determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)

		• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor • apply prediction and quantization for a common DPCM system • understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation • describe the principles of the human visual system for brightness and color • analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals • know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	J.-R. Ohm, Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	**Modulbezeichnung** 93020	**Implementierung von Datenbanksystemen** (Implementation of database systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Implementierung von Datenbanksystemen (2 SWS) Übung: Übungen zu Implementierung von Datenbanksystemen (2 SWS) Übung: Intensivierungsübung zu Implementierung von Datenbanksystemen (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Demian Vöhringer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Richard Lenz Prof. Dr.-Ing. Klaus Meyer-Wegener
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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	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** 94946	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 Anwendungsszenarien in Produktion und Service (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Löwen Jonathan Fuchs	

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

		• die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld der Digitalisierung in der Produzierenden Industrie in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen • anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 94963	**Industrielle Testanwendungen für Integrierte Schaltungen und Systeme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Industrielle Testanwendungen für Integrierte Schaltungen und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Heinz Mattes	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Heinz Mattes Peter Meisel
5	**Inhalt**	Die Vorlesung behandelt die Grundlagen des Tests von integrierten Schaltungen und deren industrielle Anwendung. *Produktionstest im industriellen Umfeld* *Fallbeispiele an aktuellen Produkten* • Microcontroller für Automotive Anwendungen • RF-Module für Mobilfunkanwendung • Entry-Phone Anwendungen • Feature-Phone Anwendungen * Built-In-Self-Test* Im Rahmen der LV wird eine Exkursion zum Halbleiterhersteller Infineon in München angeboten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden kennen die Auswirkung und Einflüsse vom Test auf die Produktion von integrierten Schaltungen • Die Studierenden vergleichen Testmethoden an Hand von Fallbeispielen bei aktuellen Produkten (Automobil, Mobilfunk) • Die Studierenden veranschaulichen Methoden zur Testsignalerzeugung Analysieren und Erschaffen • Die Studierenden validieren die verschiedenen Testmethoden unter Berücksichtigung von Kostenaspekten und der Montagetechnik • Die Studierenden analysieren und entwerfen resourcenschonende Algorithmen und beurteilen Built-in-Self-Test Lösungen aus der aktuellen Fachliteratur
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel

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

1	**Modulbezeichnung** 92358	**Inertial Sensor Fusion** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Inertial Sensor Fusion (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Seel Simon Bachhuber	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Participants should be familiar with fundamentals of linear algebra. It is advantageous but not required to be have some prior knowledge on linear dynamic systems or basic probability theory.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Woodman, O.J. An Introduction to Inertial Navigation; University of Cambridge, Computer Laboratory: Cambridge, UK, 2007. • T. Seel, M. Kok, R. McGinnis, "Inertial SensorsApplications and Challenges in a Nutshell", Sensors 2020, 20, 6221. • M. Kok, J. D. Hol, and T. B. Schön, "An optimization-based approach to human body motion capture using inertial sensors, IFAC Proceedings Volumes, vol. 47, no. 3, pp. 7985, Jan. 2014. • B. Taetz, G. Bleser, and M. Miezal, "Towards self-calibrating inertial body motion capture, in 2016 19th International Conference on Information Fusion (FUSION), Jul. 2016, pp. 17511759. • D. Lehmann, D. Laidig, and T. Seel, "Magnetometer-free motion tracking of one-dimensional joints by exploiting kinematic constraints, Proceedings on Automation in Medical Engineering, vol. 1, no. 1, pp. 027027, 2020. • D. Laidig, D. Lehmann, M.-A. Bégin, and T. Seel, "Magnetometer-free realtime inertial motion tracking by exploitation of kinematic constraints in 2-dof joints, 2019 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), pp. 12331238, 2019. • M. Caruso, A.M. Sabatini, D. Laidig, T. Seel, M. Knaflitz, U. DellaCroce, A. Cereatti. Analysis of the Accuracy of Ten Algorithms for Orientation Estimation Using Inertial and Magnetic Sensing under Optimal Conditions: One Size Does Not Fit All. Sensors, 21 (7):2543, 2021. • E. A. Wan and R. Van Der Merwe, "The unscented kalman filter for nonlinear estimation, in Proceedings of the IEEE 2000 Adaptive Systems for Signal Processing, Communications, and Control Symposium (Cat. No.00EX373), Oct 2000, pp. 153158.

		• J. Steinbring and U. D. Hanebeck, "S2kf: The smart sampling kalman filter, in Proceedings of the 16th International Conference on Information Fusion, 2013, pp. 20892096. • A. Solin, S. Särkkä, J. Kannala, and E. Rahtu, "Terrain navigation in the magnetic landscape: Particle filtering for indoor positioning, 05 2016, pp. 19.

1	**Modulbezeichnung** 65718	**Introduction to Machine Learning** (Introduction to machine learning)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Exercises (2 SWS) Übung: Introduction to Machine Learning Tutorial (2 SWS)	5 ECTS 1,25 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Vincent Christlein Felix Denzinger Fabian Wagner Nora Gourmelon Mareike Thies Mathias Seuret Paul Stöwer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Die Vorlesung 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. Die Vorlesung 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.Die Vorlesung schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.
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
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Diese Vorlesung beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Lehrveranstaltungen (Pattern Recognition und Pattern Analysis).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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 • 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** 92290	**Kommunikationsnetze** (Communication networks)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Kommunikationsnetze (2 SWS) Vorlesung: Kommunikationsnetze (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Matthias Kränzler Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen* OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen * Datenübertragung von Punkt zu Punkt* Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten *Zuverlässige Datenübertragung* Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ *Vielfachzugriffsprotokoll* Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren *Routing* Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen *Warteraumtheorie* Modell und Definitionen, Littles Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume *Systembeispiel Internet-Protokoll* Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) *Multimedianetze* Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für

		interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen • unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit • analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz • unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze • abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung • verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten • kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	M. Bossert, M. Breitbach, Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Einführung • Information und Kommunikation • Anwendungsgebiete - Kommunikation **Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen** • Grundlegende Definitionen und Klassifikationen • Grundlegende Strukturen **Protokolle und Schnittstellen** • Grundlagen • Basis-Verfahren und Beispiele • TCP/IP-Protokol • Referenzmodell nach ISO/OSI • Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC) • Bitübertragungsschicht/Physical Layer • Übertragungsmedien **Hardware in Kommunikationsstrukturen** • HW-Architekturen und Funktionsblöcke • Digitale und Analoge Komponenten • Schaltungsdetails von Komponenten **Grundlagen von Bussystemen** • Klassifikation • Funktionale Eigenschaften • Arbitrierungs-Verfahren **Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme** • Bus-Applikationen • Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .) • Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .) • Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .) • Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .) **Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen**

		• Feldkommunikation • Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .) • Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .) • Weitverkehrsnetze • SDH, PDH, ATM,
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden. 2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97500	**Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf** (Laboratory: Digital ASIC design)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitaler ASIC-Entwurf (Blockpraktikum) (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird jeweils in Zweiergruppen eine komplexe digitale Schaltung für ein FPGA entworfen, Entwurfsziel sind hardware- und grafikorientierte Anwendungen, die ohne Prozessor/Software als reine Hardware-Lösung entwickelt und realisiert werden müssen. Hierzu müssen die Teilnehmer zu Beginn eine rudimentär vorgegebene Systemspezifikation analysieren, verbessern und verfeinern, eine Systemidee entwickeln, das geplante System partitionieren und auf Module aufteilen. Die angestrebten Lösungen werden in regelmässigen Kurzvorträgen mit der Gesamtgruppe dikutiert. Die in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL entworfenen Module können dann mit Hilfe des Entwurfswerkzeugs (aktuell: XILINX Vivado) spezifiziert, simuliert, verifiziert und abschließend für die Ziel-Hardware synthetisiert werden. Hierbei ist außer der Schnittstellenproblematik zwischen den Modulen auch der Aspekt des simulations- und testfreundlichen Entwurfs zu beachten. Mit einer vorhandenen FPGA-Testumgebung (Evaluation/Education Board) wird der Funktions- und Systemtest auf realer Hardware durchgeführt. Nach der Verifikation und Zusammenschaltung aller Module erfolgt ein abschließender Funktionstest und Bewertung (Größe, Geschwindigkeit, Funktionsumfang, Effizienz, etc.) der Schaltung in Form einer Demonstration vor der Gesamtgruppe.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden setzen die vorab (in einer anderen LV) erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein. Analysieren Die Studierenden analysieren ein nur rudimentär beschriebenes digitales mikroelektronisches System, untersuchen mögliche

		Lösungsansätze und strukturieren diese Lösungsansätze in handhabbare Module. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden diskutieren und bewerten im Rahmen von Kurzvorträgen eigene und fremde Lösungsvorschläge zum Systementwurf, vergleichen diese nach eigenen Kriterien, und wählen dann hiermit die besten Lösungen zur Realisierung aus. Die Stduierenden bewerten nach Fertigstellung des Systementwurfs nach verschiedenen Kriterien (Größe, Geschwindigkeit=längster Pfad, Performance, Ästhetik, Code-Qualität) ihre und die anderen Entwürfe. Erschaffen Wegen der sehr knappen Auslegung der gegebenen Spezifikation der Systembeschreibung konzipieren die Studierenden ganz eigene, individuelle Lösungen für die Funktionsmodule und das Gesamtsystem. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erlernen die Methodik zur Transformation einer Systemidee in eine digitale Realisierung. Sozialkompetenz Studierende erlernen, Problemstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen. Die Studierenden erarbeiten ihre Lösungen in Zweiergruppen und erläutern bzw. verteidigen diese in Kurzvorträgen gegenüber der Gesamtgruppe.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Digitaltechnik (oder ähnliche Grundlagen-LV, z.B. TI-1) • V+Ü "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" (oder andere gleichwertige LVen) • oder: nachgewiesene gute Kenntnisse/praktische Erfahrungen in VHDL, z.B. durch Praktikanten- oder Werkstudententätigkeit, intensives Eigenstudium, etc.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Frickel J.; Skript der LV "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" Xilinx; Handbuch Xilinx Vivado Lehmann G.; Wunder B.; Selz M.: Schaltungsdesign mit VHDL. Poing Franzis 1994 Bleck Andreas: Praktikum des modernen VLSI-Entwurfs. Stuttgart Teubner 1996

1	**Modulbezeichnung** 97720	**Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine** (Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL • Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik • Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten • Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 47657	**Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Legged Locomotion of Robots (2 SWS) Praktikum: Legged Locomotion of Robots Laborprojekt (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	**Inhalt**	Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. In addition, students will do a lab project. This will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz
		
		Wissen
		•
		  ° The students understand the theoretical background of concepts of robot locomotion.
		  ° The students are able to differentiate between different concepts of robot locomotion.
		  ° The students are able to understand the stability and energetics in robot locomotion.
		  ° The students are able to transfer their knowledge about robot locomotion to new use cases. Analysieren The students are able to analyse and discuss new ideas and research potentials for robot locomotion.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung

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

1	**Modulbezeichnung** 47656	**Legged Locomotion of Robots (LLR)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Legged Locomotion of Robots (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Anne Koelewijn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Anne Koelewijn
5	**Inhalt**	Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. Students can choose to perform an extra assignment to receive an additional 2.5 ECTS. The assignment will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Familiarize with different concepts that are used in control and analysis of robot locomotion • Understand the theoretical background of concepts of robot locomotion • Differentiate between different types of robots • Understand the stability and energetics in robot locomotion
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96870	**Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang** (Power electronics in vehicles and electric powertrains)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V) • Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) • Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen • kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power) • kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen • analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften • kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler) • kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten • kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren • kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene Fachkompetenz Anwenden • Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben • Die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen auslegen

		Analysieren • diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 48440	**Machine Learning in Signal Processing** (Machine learning in signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Supplements for Machine Learning in Signal Processing (1 SWS) Vorlesung: Machine Learning in Signal Processing (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	**Inhalt**	This course is an introduction into machine learning and artificial intelligence. The special emphasis is on applications to modern signal processing problems. The course is focused on design principles of machine learning algorithms. The lectures start with a short introduction, where the nomenclature is defined. After this, probabilistic graphical models are introduced and the use of latent variables is discussed, concluding with a discussion of hidden Markov models and Markov fields. The second part of the course is about deep learning and covers the use of deep neural networks for machine learning tasks. In the last part of the lecture, the use of deep neural networks for speech processing tasks is introduced. The course is based on the materials and video footage from Dr. Roland Maas. He is an outstanding machine learning expert and a former member of the Chair of Multimedia Communications and Signal Processing.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After attending the lecture, students will be able to • understand regression and classification problems • apply PDF estimation algorithms • understand Gaussian mixture models and expectation-maximization • apply principal component analysis and independent component analysis • assess different estimation algorithms • explain the application of machine learning to system identification • apply hidden Markov models • understand different artificial neural network architectures • explain deep learning principles • apply artificial neural networks • devise learning strategies for deep neural networks • assess the application of deep neural networks for speech processing tasks.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literature: • C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML • S. Theodoridis and K. Koutroumbas: Pattern Recognition • M. Nielsen: Neural Networks and Deep Learning.

1	**Modulbezeichnung** 428256	**Maschinelles Lernen für Zeitreihen** (Machine learning for time series)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinelles Lernen für Zeitreihen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Dario Zanca Prof. Dr. Björn Eskofier	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Amft Prof. Dr. Björn Eskofier Dr. Dario Zanca
5	**Inhalt**	Aim of the lecture is to teach Machine learning (ML) and Deep Learning (DL) methods for a variety of time series applications. The following topics will be covered: • Fundamentals and an overview of applications of time series analysis. • Fundamentals of ML methods, such as Gaussian processes, State Space models, and Autoregressive models for time series. • Design, implementation and evaluation of ML methods in order to address time series problems. • Advanced DL methods for time-series, such as Convolutional, Recurrent, and Attention-based models. • Working with widely-used toolboxes that can be used for implementation of ML methods, such as Tensorflow or PyTorch.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students can describe concepts of time series problems and their wide applications in industry, medicine, finance, etc. • Students can explain concepts of ML/DL methods in general and tackling time series problems in particular • Students understand the characteristics of time series data and are capable of developing and implementing ML/DL methods to model, predict and manipulate such data in concrete problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	This is a specialisation lecture; successful completion of the lectures "IntroPR" and/or "Pattern Recognition" / "Pattern Analysis" is recommended. Concepts taught in "IntroPR" are assumed here as basic knowledge.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Pattern recognition and machine learning. Christopher M. Bishop, Springer, 2006 • The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman, Springer, 2009 • Machine Learning: A Probabilistic Perspective. Kevin Murphy, MIT press, 2012 • Deep Learning. Ian Goodfellow and Yoshua Bengio and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 94968	**Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt Grundbegriffe und Grundlagen zu Methoden des Maschinellen Lernens, die aktuell verstärkt in der Regelungstechnik Einzug halten. Die Anwendungen gehen hier von der einfachen Parameteridentifikationsaufgabe bis hin zu gänzlich auf Maschinellem Lernen basierenden Regelungsverfahren. Inhalte der Vorlesung: • Grundbegriffe des Maschinellen Lernens und von Zufallsprozessen • Iterativ lernende Regelung • Lineare Regression • Gaußprozess-Regression • Logistische Regression und Support Vector Machine • Neuronale Netze • Reinforcement Learning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden: • können die Grundbegriffe des maschinellen Lernens und von dafür eingesetzten Optimierungsverfahren sowie der Anwendung der Methoden in der Regelungstechnik erklären. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens voneinander abgrenzen und im Detail erläutern. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens in regelungstechnischen Anwendungen umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 800224	**Medical Imaging System Technology** (Medical imaging systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Medical Imaging System Technology (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Wilhelm Dürr	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Wilhelm Dürr
5	**Inhalt**	Röntgens Entdeckung "einer neuen Art von Strahlen" im Jahr 1885 war der Beginn der teilweise spektakulären Entwicklung der bildgebenden medizinischen Diagnostik. Neue Erkenntnisse und Entwicklungen, insbesondere in der Physik, führten zu konsequenten Anwendungen im Bereich der Medizin. So entstanden die folgenden (bedeutendsten) bildgebenden Verfahren: Röntgen, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanz-Tomographie. Nach einem Überblick zur historischen Entwicklung und zu den erforderlichen physikalischen und systemtheoretischen Grundlagen werden die einzelnen Verfahren vorgestellt. Neben der Erläuterung des Funktionsprinzips liegt jeweils der Schwerpunkt bei der technischen Umsetzung. Biologische, physikalische und technische Grenzen werden aufgezeigt. Anhand von Applikationsbeispielen wird das heute Mögliche dargestellt. Contents Röntgen´s discovery of "a new kind of ray" about 100 years ago was the beginning of the partially spectacular development of imaging systems for medical diagnosis. New knowledge and developments, especially in physics, led to consequent applications in the area of medicine. Over time, there developed the following (most significant) medical imaging techniques: roentgenography, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance tomography. After an overview of the historical developments and some basic physics concerning radiation and dose, the individual techniques of the imaging modalities will be discussed in detail. Following the description of the functional principles, the point of concentration will lie in the technical realization. Biological, physical and technical limits are to be described. What is possible today is to be shown through examples in application.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die technischen und physikalischen Grundlagen von Röntgengeräten, nuklearmedizinische Bildgebung, Sonographie, Röntgen-Computer-Tomographie und Magnetresonanz-Tomographie. • verstehen den Aufbau und Funktion bildgebender Verfahren der Medizintechnik und können diese beschreiben und erläutern. • vergleichen Möglichkeiten und diskutieren Vor- und Nachteile verschiedener bildgebender Verfahren je nach medizinischer Applikation. Learning Goals

		Students • know the basics of physics and technology of X-ray systems, nuclear medical imaging, sonography, X-ray computer tomography and magnetic resonance technology • can describe and explain the functioning of medical imaging systems • are familiar with the application spectrum and can discuss advantages and disadvantages of the various modalities.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge in these fields is recommended: • Principles of medical imaging systems • Electromagnetic fields • Electric and acoustic wave propagation • Experimental physics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Fercher, A.F.: Medizinische Physik. Springer-Verlag, 1992 Oppelt, A. (Ed.), Imaging Systems for Medical Diagnostics. Publicis 2005 Rosenbusch, G., Oudkerk, M., Amman, E.: Radiologie in der medizinischen Diagnostik. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin 1994

1	**Modulbezeichnung** 96030	**Medizinelektronik** (Medical electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (2 SWS) Vorlesung: Medizinelektronik - Medical Electronics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Dr. Jens Kirchner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jens Kirchner
5	**Inhalt**	The Lecture and exercise deals with the following topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Challenges for medical engineering from demographic development and epidemiology of common diseases • Concepts for chronic disease management and elderly care • Regulatory framework of circuit design for medical devices • Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2 • Sensor principles and circuit design for biosignal acquisition • Analog-digital balance • Energy management for medical devices • Body near energy harvesting • Health data transmission • Electronic systems for ambient assisted living (AAL) • Circuit technology for lab-on-chip and microelectromechanical systems (MEMS) • Circuit technology for implants and wearable systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will gain • Substantial knowledge on principles of circuit design for medical electronic devices • Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG • Substantial knowledge on design of medical sensors • Substantial knowledge on system design for health assistance systems, wearable medical devices and implants • Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices • Ability to separate medical electronic devices into their subfunctions • Ability to analyze energy budget of medical devices, particularly wearable systems • Basic ability to design electronic circuits to comply with regulatory requirements
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Completion of the modules "Circuit design" ("Schaltungstechnik") or "Electronics and circuit design" ("Elektronik und Schaltungstechnik") is recommended before attending the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 95801	**Medizintechnik I (Biomaterialien)** (Medical engineering I (biomaterials))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Medizintechnik I (Biomaterialien) (2 SWS) Vorlesung: Medizintechnik I (Biomaterialien) (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Julia Will Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Aldo Boccaccini
5	**Inhalt**	• Biomaterialien: Definition • Bioabbaubare Polymere, bioaktive Keramiken und biokompatible Metalle • Biomaterialien für Dauerimplantate • Orthopädische Beschichtungen • Biomaterialien fuer Tissue Engineering: Soft- und Hardgewebe • Einführung in die Scaffold-Technologie • Einführung in Scaffold-Charakterisierung • Biomaterialien für Drug Delivery
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Vielfalt verschiedener Werkstoffe, die bei der Herstellung von Biomaterialien und als Werkstoffe in der Medizin Anwendung finden. • können die notwendigen Eigenschaften und Herstellungsmethoden von Biomaterialien für Dauerimplantate, Tissue Engineering und Drug Delivery benennen und differenzieren. • können Biomaterialien für verschiedene Anwendungen auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Wintermantel, Suk-Woo: Medizintechnik; Berlin, 5. Auflage, 2009

		• Hench, Jones (eds.): Biomaterials, artifical organs und tissue engineering; Oxford, 2005 • B.D. Ratner, W.S. Hoffman, F.J. Schoen, J.E. Lemons, Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine, Elsevier, Amsterdam, (2004)

1	**Modulbezeichnung** 92240	**Modellbildung in der Regelungstechnik** (Modellbildung in der Regelungstechnik)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Modellbildung in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Modellbildung in der Regelungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse • Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen • Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme • Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse • Numerische Verfahren zur Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung, • entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse, • entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme, • erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse, • diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

1	**Modulbezeichnung** 858896	**Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen** (Modeling, optimization and simulation of energy systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (2 SWS) Vorlesung: Modellierung, Optimierung und Simulation von Energiesystemen (2 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Marco Pruckner	

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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96841	**Multiphysics Systems and Components** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS) Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Samuel Zeising Angelika Thalmayer Dr. Jens Kirchner	

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

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96890	**Music Processing - Analysis** (Music processing - Analysis)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Music Processing Analysis (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Meinard Müller
5	**Inhalt**	Music signals possess specific acoustic and structural characteristics that are not shared by spoken language or audio signals from other domains. In fact, many music analysis tasks only become feasible by exploiting suitable music-specific assumptions. In this course, we study feature design principles that have been applied to music signals to account for the music-specific aspects. In particular, we discuss various musically expressive feature representations that refer to musical dimensions such as harmony, rhythm, timbre, or melody. Furthermore, we highlight the practical and musical relevance of these feature representations in the context of current music analysis and retrieval tasks. Here, our general goal is to show how the development of music-specific signal processing techniques is of fundamental importance for tackling otherwise infeasible music analysis problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Expertise Understand • The students present central tasks in music processing in their own words and outline possible solutions. • The students understand the properties of different forms of representation of music. Apply • The students apply basic algorithms for the analysis and comparison of music signals. • Students can predict how different musical properties will affect the signal analysis. Analyze • The students observe and discuss the meaning and impact of parameters in music analysis. • The students compare different methods of analyzing periodicities. Evaluate • The students question assumptions that are often implicitly made when using analytical methods. • Students estimate when methods might work when analyzing specific music signals and when they typically fail. Learning and methodological skills

- The students prepare for the lecture using selected literature and Jupyter notebooks.
- The students question existing approaches regarding their applicability in practice.
- The students pay attention to efficiency issues in the algorithms discussed.

Self-competence

- The students question their understanding of what they have learned using exercises.
- The students formulate questions and ask them to the lecturer and the audience in the lecture.

Social skills

- The students independently organize learning groups in which the subject is discussed and deepened.
- The students simulate oral exams with their fellow students.

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.

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.

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.

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. Lern- bzw. Methodenkompetenz • Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor. • Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis. • Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen. Selbstkompetenz • Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben. • Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft. Sozialkompetenz • Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird. • Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen.
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: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	http://www.music-processing.de http://www.springer.com/gp/book/9783319219448

1	**Modulbezeichnung** 92529	**Nonlinear Control Systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung: Nonlinear Control Systems (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002 • S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999 • A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995 • J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009 • J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991 • M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993 • M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons, 1995

1	**Modulbezeichnung** 92528	**Numerical Optimization and Model Predictive Control** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many problems in economy and industry require an optimal solution under consideration of specific criteria and constraints. From a mathematical point of view, this requires the numerical solution of a parametric optimization problem or a dynamic optimization problem. The latter formulation accounts for the dynamics of the underlying process and is particularly relevant in the context of optimal control and model predictive control (MPC). In summary, the course covers the following topics: • Introduction to and examples of static and dynamic optimization problems • Unconstrained numerical optimization (optimality conditions, numerical methods) • Constrained numerical optimization (linear/quadratic/nonlinear problems, optimality conditions, numerical methods) • Dynamical optimization / optimal control problems (calculus of variations, optimality conditions, PMP, numerical methods) • Nonlinear model predictive control (formulations, stability, real-time solution)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • differentiate the problem classes of parametric and dynamic optimization • formulate and analyze practical optimization problems • derive and solve the optimality conditions for unconstrained and constrained optimization problems using state-of-the-art software tools • classify the different formulations and stability criteria for nonlinear model predictive control • design a model predictive controller for a given control task and analyze the performance and stability properties in closed loop • realize and implement a real-time MPC for highly dynamical nonlinear systems with sampling times in the (sub)millisecond range using modern state-of-the-art (N)MPC software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics (especially linear algebra) Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

1	**Modulbezeichnung** 92503	**Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (1 SWS) Vorlesung: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (3 SWS)	1,5 ECTS 3,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer Prof. Dr. Bernd Witzigmann Prof. Dr. Bernd Witzigmann Jeannette Konhäuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	Grundlagen der numerischen Simulation von quasistationären elektromagischen Feldern und elektromagnetischer Wellenausbreitung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele: • Kenntnisse über verschiedene numerische Methoden zur Lösung der Maxwellschen Gleichungen im Zeit- und Frequenzbereich • Anwendung der Finite-Differenzen-Zeitbereichsmethode und der Finite-Elemente-Methode zur Lösung elektromagentischer Feldprobleme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Taflove, A., Hagness, S.: Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. 3rd Ed., Artech House, Norwood, Mass., USA, 2005. • Jin, J.: The Finite Element Method in Electromagnetics. Wiley-IEEE Press, 2007 • Jin, J.-M.: Theory and computation of electromagnetic fields. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, USA, 2015. • Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 92400	**Optische Übertragungstechnik** (Optical communication systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Optische Übertragungstechnik Übung (2 SWS) Vorlesung: Optische Übertragungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Esther Renner Benedikt Beck Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

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

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997 Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001 Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002 Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Thomas Eberle Melanie Lavery	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	ENGLISH DESCRIPTION: • Introduction, motivation • AC vs. DC grids, DC grid topologies • Application examples, voltage levels • Protection and earthing concepts • Control methods for local DC grids • Modeling the frequency characteristic of switch-mode converters • Impedance measuring under load • Stability analysis in DC grids Components of local DC grids: • Battery storages (technologies, technical properties, electrical impedance characteristics and equivalent circuits, battery management, monitoring and protection systems (BMS)) • Regenerative power sources (PV, fuel cells) and their electrical characteristics • Non-isolating DC/DC converters (basic topologies and properties) • Isolating DC converters (basic topologies and properties) • AC/DC converter (basic topologies and properties) • Switches, plugs and protection devices for DC grids • Arc discharges and their characteristics DEUTSCHE INHALTSBESCHREIBUNG Einführung • Netztopologien • Spannungsebenen, Schutz- und Erdungskonzepte • Anwendungsbeispiele Komponenten lokaler Gleichspannungsnetze • Batteriespeicher (Technologien, Eigenschaften, elektrisches Impedanzverhalten, Ersatzschaltbilder, Schutz- und Überwachungsschaltungen)

		• Elektrischen Eigenschaften regenerativer Stromquellen (PV, Brennstoffzellen) • Nicht isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • Isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • AC/DC-Wandler (Grundlagen, Topologien) • Schalter, Stecker und Schutzgeräte für Gleichspannung, Lichtbogeneigenschaften Regelung lokaler Gleichspannungsnetze und Stabilitätsanalyse • Regelverfahren für Gleichspannungsnetze • Verfahren zur Impedanzmessung unter Last • Modellierung des Frequenzverhaltens von Schaltwandlern und Netzen • Analyse des Stabilitätsverhaltens
6	**Lernziele und Kompetenzen**	ENGLISH DESCRIPTION: Students who participate in this course will become familiar with the basics of decentral energy systems, their components and operation. After successfully completing this module, students: • know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios • know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources • know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages • understand the arc problem • know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices • know procedures for controlling decentral DC grids • can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior • know procedures for impedance measurement in grids "under load" • can carry out stability studies on DC grids • are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage During the practicum students learn: • dealing with power electronics measurement equipment • measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit • how to avoid the most common measurement problems • safety rules when dealing with power electronics GERMAN DESCRIPTION:

		Die Studierenden • kennen den Aufbau und die Topologien lokaler Niederspannungs-Gleichstromnetze, die wichtigsten Eigenschaften und Fehlerszenarien • kennen die elektrischen Eigenschaften von Batteriespeichern und regenerativen Stromquellen • kennen die Grundschaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler) • analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile • verstehen die Lichtbogenproblematik • kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten • kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze • können Schaltwandler und Netze bezügliche ihres dynamischen Verhaltens modellieren • kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last" • können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspanungsnetzen durchführen • kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics • Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung

		• "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 182405	**Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** (Laboratory architectures for digital signal processing)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christof Pfannenmüller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung • Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs • Erzeugung einer PRBS Sequenz • Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus • Digitale Filterung • Demodulation/Detektion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96842	**Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Florian Deeg Peter Meisel
5	**Inhalt**	• Einführung in Cadence • Erstellung einer einfachen Schaltung (z.B. Inverter) in Schematic • Untersuchung dieser Schaltung • Erstellung bzw. Extrahierung der Netzliste
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen **Verstehen** • Klassifizieren von Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik • erklären typischer Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen **Anwenden** • analysieren von grundlegenden Schaltungselemente **Erschaffen** • Erstellen grundlegender Teilschaltungen und Simulation **Lern- bzw. Methodenkompetenz** • erwerben praktischer Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen **Selbstkompetenz** • können in Gruppen kooperativ arbeiten und Simulationen beurteilen und gegebenenfalls verbessern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Erläuterungen: - Prüfungsleistung: mündliche Prüfung - Dauer (in Minuten): 20
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96940	**Praktische Einführung in Machine Learning** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nico Hanenkamp Hubert Würschinger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	**Inhalt**	Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt: - Grundlagen Machine Learning - Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung - Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten - Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab - Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden - Kurze Einführung in Neuronale Netze
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden lernen die ersten Grundlagen und Begrifflichkeiten zum Thema Machine Learning kennen und im Kontext Künstliche Intelligenz einzuordnen. Der Ablauf und die Durchführung von Machine Learning Projekten werden an praktischen Beispielen aufgezeigt und deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert. Für die eigene Umsetzung im Rahmen der Seminararbeiten erfolgt die Einführung in die Programmiersprache Python mit der Erläuterung relevanter Bibliotheken. Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse Python Programmierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97246	**Qualitätsmanagement** (Quality management)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2 SWS) Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte Ute Klöpzig	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]* • 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)| *Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]* • 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 und Wirtschaftlichkeit (Übung)|

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage,
		
		Wissen:
		•
		  ° die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen
		  ° die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben

		° Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen ° Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung 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 ° Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen ° die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren ° die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen ° 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 ° Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln ° statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen ° die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	2 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

1	**Modulbezeichnung** 92531	**Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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. Roland Nagy
5	**Inhalt**	Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 94966	**Radarfernerkundung mit Satelliten** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Radarfernerkundung mit Satelliten (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger
5	**Inhalt**	Radarsatelliten ermöglichen die hochaufgelöste Abbildung der Erde unabhängig von Wetter und Tageslicht. Durch die Kombination von Radarbildern können zusätzlich kleinste Veränderungen auf der Erdoberfläche millimetergenau aus dem Weltall vermessen werden. Die gewonnenen Daten werden für eine Vielzahl von kommerziellen, wissenschaft-lichen und hoheitlichen Anwendungen genutzt. Beispiele sind die Koordination von Hilfseinsätzen bei Katastrophen, die Erstellung hochgenauer topographischer Karten oder die Vermessung des durch den Klimawandel induzierten Abschmelzens der Gletscher.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen Lernende können Wirkprinzipien der Erdfernerkundung mit Satelliten darstellen. Anwenden Lernende können verschiedene Methoden der Erdfernerkundung mit Satelliten unterscheiden und vergleichen. Analysieren Lernende können Erfassungsmethoden diskutieren und geeignete Verfahren für Fragestellungen der Erdfernerkundung auswählen. Erschaffen Lernende können mit dem vermittelten Wissen grundlegende Sensoriken für Satellitensysteme konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96316	**Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonoumous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc., 2009 Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg, 1999 Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung" Albrecht K. Ludloff, 2008 "RFID at ultra and super high frequencies: theory and application Dominique Paret, John Wiley & Sons, 2009. RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC", Klaus Finkenzeller, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage 2012.

1	**Modulbezeichnung** 432733	**Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen** (Control of vehicle powertrains)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Regelungen im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Der Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen enthält die Komponenten, die zur Erzeugung, Übertragung und Verteilung der mechanischen Antriebsleistung dienen, z.B. Verbrennungsmotor, E-Maschinen und Getriebe. Der Betrieb dieser Komponenten erfolgt durch elektronische Steuergeräte, wobei in Hard- und Software viele Regelungen implementiert werden: Von der Automatisierung zahlreicher einzelner Aktoren über die Einstellung der Abgasqualität (Lambda-Regelung) bis hin zur Laufruheregelung von Verbrennungsmotoren. Der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte: 1. Mathematische Modellierung des Fahrzeugs, des Antriebsstrangs und dessen Komponenten als Basis für Simulation und Regelungsentwurf 2. Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten 3. Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge 4. Regelsysteme für Längsführung Sie richtet sich an Studierende, die sich für den Entwurf und die Implementierung von Regelungen am praktischen Beispiel "Antriebsstrang" interessieren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • kennen die Komponenten konventioneller und hybrider Antriebsstränge und erklären deren Funktion • diskutieren mathematische Modelle dieser Komponenten, des Antriebsstrangs und der Fahrzeuglängsbewegung als Basis für Simulation und Regelungsentwurf • kennen Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten und erläutern deren Arbeitsweise • erklären das Konzept der Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge • kennen Regelsysteme für die Längsführung und erläutern deren Arbeitsweise
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden vorausgesetzt.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** (Control engineering B (State-space methods))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	**Modulbezeichnung** 92519	**Robotics 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities • Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space • Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators. • plan trajectories for robot motions. • design and implement linear methods for robot motion and force control.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basis knowledge of advanced mathematics • Basic knowledge of control theory
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. • J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

1	**Modulbezeichnung** 92535	**Robotics 2** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics 2 (2 SWS) Übung: Robotics 2 - Exercises (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	This lecture introduces advanced methods of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model • Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control • Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning • Mobile robots: Basics of control and planning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to • derive the dynamical model of a robotic manipulator • design and implement nonlinear methods for robot motion and force control • plan collision-free motions for robots in known environments
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basics of advanced mathematics • Basics of control theory • Basics of robotics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.

		• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018. • S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006.

1	**Modulbezeichnung** 94961	**Schätzverfahren in der Regelungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor Yiheng Tang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter und Zustandsschätzung • Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung • Least Squares Schätzer via Projektionssatz • Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen • Kalman-Filter • Extended Kalman-Filter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann • erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra • können die vermittelten Ansätze im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2017/2018) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2017/2018)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 94965	**Seminar zu Fragen des Entwurfs Sicherheitskritischer Schaltungen** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar zu Fragen des Entwurfs Sicherheitskritischer Schaltungen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Inhalt des Seminars sind wissenschaftlich und technologisch aktuelle Themen der Lehr- und Forschungsgebiete des LZS: • Alle Ebenen des Entwurfs Sicherheitskritischer Schaltungen oder Systeme • Modellierung, Simulation und Test Sicherheitskritischer Schaltungen • Algorithmen, Methoden und Werkzeuge für den rechnergestützten Entwurf • Anwendungen von Sicherheitskritischen Schaltungen und Mikrosystemen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) • in der Lage sein, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Sicherheitskritischer Schaltungen und nach entsprechender Literaturrecherche zu verstehen, die Sachverhalte zu beurteilen, zu erläutern und diese in einem Vortrag zu präsentieren Lern- bzw. Methodenkompetenz • eine Literaturrecherche zum Thema durchführen, wissenschaftliche Inhalte übersichtlich darstellen, die Materialsammlung analysieren und eine angemessene Stoffauswahl erstellen Selbstkompetenz • den Sachverhalt zum Seminarthema in einem anschaulichen Vortrag präsentieren und in der Lage sein, technische Sachverhalte zu diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Dauer (in Minuten): 30 weitere Erläuterungen: - Erarbeitung des gestellten Themas innerhalb von 6 Wochen unter Anleitung eines Betreuers - Erstellung einer mind. 10-seitigen Zusammenfassung des Seminarthemas - Seminarvortrag von 30 Min. Dauer und anschließende Diskussion des Themas - Nach Wahl des Studierenden kann der Vortrag auch auf Englisch gehalten werden - der Seminarvortrag wird als digitale Fernprüfung über MS TEAMS abgehalten Prüfungssprache: Deutsch und Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 250058	**Signalanalyse** (Signal analysis)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Signalanalyse (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Heinrich Löllmann
5	**Inhalt**	Es werden im Rahmen dieser Vorlesung unterschiedliche Verfahren zur Analyse digitaler Signale, sowie deren Anwendungsmöglichkeiten behandelt. Die folgenden Konzepte werden dabei insbesondere behandelt: • Fourieranalyse von Signalen • Signalanalyse mittels Zeit-Frequenz-Transformationen • Parametrische und nichtparametrische Signalanalyse • Verfahren zur Frequenzschätzung • Räumliche Signalanalyse • Filterbänke und Wavelets. In this course, different approaches for the analysis of digital signals and their applications are treated, which comprises the following topics: • Fourier analysis of signals • Signal analysis by means of time-frequency transformations • Parametric and non-parametric signal analysis • Frequency estimation • Spatial signal analysis • Filter-banks and wavelets.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beschreiben, welche Methoden der Signalanalyse für unterschiedlichen Arten von Signalen angewendet werden • beschreiben grundlegende Methoden der spektralen Signalanalyse • erläutern wodurch die spektrale und zeitliche Auflösung bei der Spektralanalyse von Signalen begrenzt wird • beschreiben die Konzepte sowie die Vor- und Nachteile der parametrischen und nichtparametrischen Signalanalyse • erklären unterschiedliche Verfahren der Zeit-Frequenz-Analyse • stellen die Analyse von Signalen mittels Filterbänke und Wavelets dar • können Verfahren zur Frequenzschätzung erläutern • formulieren Verfahren zur Analyse räumlicher Signale. The students • describe which methods for signal analysis can be applied for different types of signals • describe fundamental approaches for spectral signal analysis • explain the limiting factors for the time and frequency resolution for the spectral analysis of signals

		• describe concepts as well as the pros and cons of parametric and non-parametric signal analysis • explain different approaches for time-frequency analysis • describe the analysis of signals by means of filter-banks and wavelets • explain methods for frequency estimation • formulate approaches for spatial signal analysis.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Fundierte Kenntnisse in digitaler Signalverarbeitung. Requirements Solid knowledge in digital signal processing
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Mündliche Prüfung mit einer Dauer von 30 min. Oral examination of 30 min duration.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	P. Stoica und R. Moses: "Spectral Analysis of Signals", Pearson Prentice Hall, 2005

1	**Modulbezeichnung** 96880	**Speech Enhancement** (Speech enhancement)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech Enhancement (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Emanuël Habets	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	**Inhalt**	**Description** We live in a noisy world! In all applications related to speech, from hands-free communication to human-machine interfaces, a speech signal of interest captured by one or more microphones is contaminated by noise and reverberation. The quality and intelligibility of the signal of interest depend highly on the level of noise and reverberation. Therefore, it is highly desirable, and sometimes even indispensable, to "clean up" the captured signals before storage, transmission, or reproduction. This course discusses both model-driven and data-driven methods to estimate the signal of interest and aims to provide a strong foundation for researchers, engineers, and graduate students interested in signal and speech enhancement. **Relation to other courses** This course is the most advanced course offered by the university on this topic and serves as an excellent basis from which to commence research in the area. Various aspects of the course bring students up to date with the very latest developments in the field, as seen in recent international conferences and journals. This course is well complimented by |Selected Topics in Perceptual Audio Coding| (Prof. Herre) and | Auditory Models| (Prof. Edler).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Formulate the speech enhancement problem mathematically. • Derive optimal single- and multi-channel filters to reduce noise and reverberation. • Evaluate and compare the performance of single- and multi-channel filters for speech enhancement. • Understand how reference signals and other prior information can be used in a speech enhancement system. • Understand the limitations and challenges of existing speech enhancement systems. • Understand the importance of binaural cues and the influence of a speech enhancement system on the binaural cues in the context of hearing aids. • Design a microphone array and analyze its performance.

		• Design a speech enhancement system for a given acoustic scenario. • Evaluate subjectively and objectively the performance of a speech enhancement system in terms of speech quality and intelligibility.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 93580	**Stochastische Prozesse** (Stochastic processes)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Stochastische Prozesse (3 SWS) Tutorium: Tutorium zu Stochastische Prozesse (1 SWS) Übung: Ergänzungen und Übungen zu Stochastische Prozesse (1 SWS)	5 ECTS - -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann Johannes Zeitler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	*Wahrscheinlichkeitsrechnung und Zufallsvariablen* Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen, uni- und multivariate Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten; Funktionen von Zufallsvariablen und deren Verteilungen und dichten; Erwartungswerte; spezielle Verteilungen (diskrete und kontinuierliche); Grenzwertsätze *Stochastische Prozesse* Verteilungen, Dichten und Erwartungswerte eindimensionaler Stochastischer Prozesse; Stationarität, Zyklostationarität, Ergodizität; Schwach stationäre, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Prozesse im Zeit- und Frequenzbereich; lineare zeitinvariante (LZI) Systeme und schwach stationäre Prozesse *Schätztheorie* Punkt- und Intervallschätzung; Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke; Hypothesentests und Entscheidungsverfahren (binäre Entscheidungen, Teststatistiken, Chi-Quadrat-Test); Binäre Entscheidungen, Neyman-Pearson-Kriterium *Lineare Optimalfilterung* Orthogonalitätsprinzip; zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Wiener-Filterung; adaptive Filter (LMS, NLMS); zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signalangepasste Filter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen und Stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten • verstehen die Unterschiede zwischen allgemeinen, stationären und ergodischen Prozessen • kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen und Prozesse

		• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsprozessen am Ausgang von LZI-Systemen im Zeitbereich und im Frequenzbereich • verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme • kennen elementare Hypothesentests und Entscheidungsverfahren • analysieren Optimalfilterprobleme und wenden das Orthogonalitätsprinzip zur Ableitung optimaler Filter an • verstehen und wenden das Konzept der signalangepassten Filterung an
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Hänsler: Statistische Signale, Springer 1998; Papoulis/Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Prentice Hall, 2002

1	**Modulbezeichnung** 94940	**Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Felix Funk	

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

		• Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 95385	**Technische Isoliersysteme und deren Zustandsdiagnose** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Zustandsdiagnostik technischer Isolierstoffe (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Christian Weindl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle PD Dr. Christian Weindl
5	**Inhalt**	• Aufbau wichtiger Betriebsmittel elektrischer Energieversorgungsnetze, Struktur der Isoliersysteme, Feldprobleme • Betriebsweise elektrischer Netze - Einflüsse der Liberalisierung und dezentraler, regenerativer Nutzung • Physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen: Thermische, (di)elektrische, mechanische Alterungsvorgänge • Dielektrische Diagnoseverfahren: Primitivität, Polarisation, Polarisationsarten, Verlustwinkel, Verlustfaktor und Kapazität dielektrischer Werkstoffe • Teilentladungsmessungen: Funktionsweise und Messprinzip, prinzipielle Klassifizierung, Grenzwerte und Interpretation, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring • Gleichspannungsbasierte Diagnosemethoden & Verfahren zur ortsauflösenden Messung dielektrischer Eigenschaften • Unterscheidung der Verluste und Abhängigkeiten dielektrischer Kenngrößen (f, T, U, Betriebsalter, etc.) • Physikalische Kennwerte & Ersatzschaltbilder elektrischer Isolierstoffe • Modelle zur Zustandsbeschreibung & Restlebensdauerevaluierung, Beschreibung von Alterungszustand & Restlebensdauer • Verfahren zur Bestimmung des Alterungsverhaltens: Kriterien zur Zustandsbewertung, Statistik, Datenreduktion • Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit , Ausfallverteilungen: Badewannenkurven, Normal- und Weibull-Verteilung • Eigenschaften von Alterungsmodellen: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle • Rechnungen zu Betriebsmittelbelastungen, Alterungsfaktoren und Ausfallwahrscheinlichkeiten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Kenntnisse zum Aufbau wichtiger Betriebsmittel und Isoliersysteme, Erkennen und Lösen von Feldproblemen • Verstehen der Betriebsweise elektrischer Netze und der Einflüsse durch Liberalisierung und regenerative Nutzung • Verstehen der physikalische Grundlagen von Alterungsprozessen bei unterschiedlichen Belastungen • Kenntnisse zu dielektrischen Diagnoseverfahren, diagnostischen Größen und dielektrischen Werkstoffen • Verstehen von Teilentladungsmessungen, Verfahren zur Ortung und zum Online-Monitoring & deren Interpretation

		• Kenntnisse zu gleichspannungsbasierten Diagnoseme-thoden & zu ortsauflösenden dielektrischen Methoden • Kenntnisse zu physikalischen Kennwerten und Ersatzschaltbildern elektrischer Isolierstoffe • Einordnen von Modellen zur Zustandsbeschreibung & Restlebensdauerabschätzung • Kennnisse zur Zuverlässigkeit, Ausfallwahrscheinlichkeit und Ausfallverteilungen • Verstehen und Anwenden unterschiedlicher Alterungsmodelle: Arrhenius-Modell, Inverse-Power-Law, Multifaktor-Alterungsmodelle Methodenkompetenz: Nach der Veranstaltung können die Studierenden die Einflussgrößen der Netz- und Betriebsmittelbelastungen auf die Komponenten elektrischer Energiesysteme verstehen und einordnen. Sie haben ein Verständnis für die Auswirkungen von Belastungen auf Betrieb, Instandhaltung und das Asset-Management von Anlagen entwickelt und kennen Verfahren, um in diesen Bereichen durch diagnosetechnische Methoden wirtschaftliche, d.h. am Betriebsmittelzustand orientierte Maßnahmen und Strategien einzusetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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**	E. Ivers-Tiffee and W. Münch, Werkstoffe der Elektrotechnik. Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2007 • Wayne Nelson, Accellerated Testing - Statistical Models, Test Plants and Data Analysis. New-Jersey: John Wiles & Sons Inc., 1990 • Klaus Graebig, Formelsammlung zu den statistischen Methoden des Qualitätsmanagements, 3rd ed., DGQ -

		Deutsche Gesellschaft für Qualität e.V., Ed. Berlin: Beuth-Verlag, 2006 • Strömer, Mathematische Therie der Zuverlässigkeit - Einführung und Anwendung. München, Wien: Oldenburg Verlag, 1983 • W. Mosch and W. Hauschild, Statistical Techniques for HV Engineering. LondonGreat Britain, United Kingdom: Peter Peregrinus, 1992 • Power & Energy Society IEEE, "IEEE Guide for Field Testing and Evaluation of the Insulation of Shielded Power Cable Systems", IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, Standard 400-2001 2001 • Andreas Küchler, Hochspannungstechnik. Berlin: Springer-Verlag, 2009 • G. Herold, Elektrische Energieversorgung I: Drehstromsysteme - Leistungen - Wirtschaftlichkeit., 3rd ed. Willburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2011 • G. Herold, Elektrische Energieversorgung II: Parameter Elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel - Transformatoren, 2nd ed. Willburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2008

1	**Modulbezeichnung** 97110	**Technische Produktgestaltung** (Technical product design)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Benjamin Schleich 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**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 542026	**Testfreundlicher Schaltungsentwurf** (Design-for-Test)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Testfreundlicher Schaltungsentwurf (Design-for-Test) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Jürgen Alt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Alt Peter Meisel
5	**Inhalt**	Diese Vorlesung vermittelt die Grundlagen des Testfreundlichen Schaltungsentwurfs (Design-for-Test). Schwerpunkte hierbei sind digitale Schaltungselemente mit detaillierten Darstellungen zu: • Fehlermodellierung • Prüfbus (Scan Design) • Eingebauter Selbsttest (Built-In Self-Test) • Allgemeine Testbarkeitsprobleme Als generelle Prinzipien, die auch für andere technische Disziplinen gültig sind, werden im Rahmen der Vorlesung herausgearbeitet: • Komplexität und ihre Beherrschung • Strukturierte und funktionsorientierte Methoden • Optimierungen im Entwicklungsprozess und ihre Abhängkeit von Marktsegmenten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden verstehen die wirtschaftliche Bedeutung von Test und Testbarkeit • Die Studierenden erlernen die grundlegenden Schaltungen und Methoden zum testfreundlichen Schaltungsentwurf Analysieren • Die Studierenden charakterisieren in Systemstudien die jeweils eingesetzten Testmethoden • Die Studierenden erklären die Vorgehensweise beim Test von Analog- und Hochfrequenzmodulen • Die Studierenden erschließen den Einfluss der Komplexität auf die Lösung technischer Probleme Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden beurteilen die Bedeutung von Standards an Beispielen • Die Studierenden vergleichen notwendige Optimierungen im Entwicklungsprozess in Abhängigkeit von Marktsegmenten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Dauer (in Minuten): 30 weitere Erläuterungen: - mündliche Prüfung - Auf Wunsch der Studierenden kann als Prüfungssprache auch Englisch gewählt werden. Es werden nach Möglichkeit noch folgende Prüfungsformen angeboten: - mündliche Prüfung/Vortrag über ZOOM oder MS Teams - Klausur mit Videoaufsicht Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 44000	**Test integrierter Schaltungen** (Test integrierter Schaltungen)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Test Integrierter Schaltungen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Damit unsere elektronischen Geräten überhaupt funktionieren, muß jede einzelne mikroelektronische Schaltung darin nach ihrer Fertigung geprüft werden. Wegen der Komplexität heutiger integrierter Schaltungen (ICs) machen diese Tests bis zur Hälfte der Fertigungskosten aus! - Ein guter Grund, sich mit dem Thema Test auseinanderzusetzen, wenn man sich mit Mikroelektronik befaßt. Gliederung Die Vorlesung umfaßt Inhalte zu Bedeutung, Theorie, Methodik, Gerätetechnik und Praxis des Tests in der Halbleiterfertigung. 1 Test in der Halbleiterfertigung Herstellungsphasen integrierter Schaltungen, wirtschaftliche Bedeutung des Tests, Testysteme, Zuführungs- und Sortierautomaten, Prüfadapter für montierte ICs und Wafer, Kontakttechnologien für Wafertest, Modulare Testsysteme 2 Messen und Testen Begriffe und Definitionen, Meßunsicherheit und Irrtumsrisiko, Schätzung von statistischen Parametern: Mittelwert, Streuwert, Konfidenzintervalle, Rechnen mit statistischen Schätzwerten, Entscheidungsfindung bei Irrtumsrisiken, Hypothesentest der mathematischen Statistik als theoretische Grundlage des Fertigungstests, Schließen aus statistischen Aussagen 3 Fehler und Tests Definition, Klassifizierung hinsichtlich Entstehung und Auswirkung, Test im Herstellungsprozess und während des Produktlebens, Randbedingungen verschiedener Testaufgaben 4 Testkosten und Prüfstrategie Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Zehner-Regel, Testkosten und Testgüte, Testkomplexität, Maßzahlen: Fehlerwahrscheinlichkeit, Ausbeuten, Fehlerüberdeckung, Testschlupf und Ausbeuteverlust 5 Testkategorien und Testerzeugung

		Notwendigkeit des Produktionstests, Defekte und Fehler, Zuverlässigkeitstest, Simulation und Test, Testentwurf, Bestandteile von Fertigungstests, Funktionstest und Strukturtest, Fehlermodelle, Testmustererzeugung durch Fehlersimulation und synthetische Verfahren, Fehlerklassen und Fehlerkatalog, redundante Fehler, D-Kalkül 6 Testsysteme Entstehungsgeschichte, Funktionsprinzip, Einteilung nach Einsatzbereich und Prüflingskategorie, Leistungsmerkmale und Aufbau, Pinelektronik 7 Prüfprogramm und Testsignalbeschreibung Zyklisierung und Prüftakt, Prüfmuster, Zeitmarken, Testsystemarchitekturen, Signalformate 8 Test gemischt analog-digitaler Schaltungen (Mixed-Signal Test) Instrumentierung, digitale Signalverarbeitung, Kohärentes Testen, Parameter gemischt analog-digitaler Schaltungen, spektrale und Histogrammtests, Testabläufe 9 Test weiterer Schaltungsklassen Speichertest: Fehlermodell, Prüfverfahren, algorithmische Mustergenerierung und Redundanzanalyse, Test von Hochfrequenzschaltungen: Instrumentierung und Besonderheiten, synthetische Instrumente, System-on-Chip- / System-In-Package-Test 10 Testfreundlicher Entwurf (Design for Testability) Begriff, Kosten, Standardisierung, Systematik der Verfahren, Ad-hoc-Methoden, Stimulusgenerierung und Signaturanalyse, Prüfpfadverfahren, Selbsttest
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen die wesentlichen Geräte und Komponenten für den Produktionstest integrierter Schaltungen nennen und erläutern Verstehen • Prüfergebnisse als wahrscheinlichkeitsbehaftete Aussagen verstehen

- technische und wirtschaftliche Erfordernisse beim Halbleitertest erläutern und entsprechende Abwägungen darstellen
- technisch-wirtschaftliche Kenngrößen definieren und deren Zusammenhänge darstellen
- Fehlermodelle beschreiben und deren Bedeutung für die Testsynthese darstellen
- Verfahren zur automatischen Testmustererzeugung unterscheiden und beschreiben
- Funktionsprinzip von Testsystemen und deren Komponenten erläutern
- Komponenten der Testsignalbeschreibung zusammenstellen
- Methoden des prüffreundlichen Entwurfs darstellen

Anwenden

- Vorgänge Messen" und Prüfen" voneinander abgrenzen und den Zusammenhang zwischen Meßunsicherheit und Irrtumsrisiko erklären
- Mittelwerte und Streuwerte aus Meßdaten schätzen und für diese Konfidenzintervalle zu gegebener Irrtumswahrscheinlichkeit angeben
- die Unsicherheit von aus meßunsicherheitsbehafteten Anfangsgrößen berechneten Ergebnissen berechnen
- sich der Denkfallen beim Schließen aus statistischen Aussagen bewußt sein
- Prüfsignale anhand der Kriterien für kohärentes Testen definieren

Analysieren

- Fehler in technischen Produkten hinsichtlich Entstehung und Auswirkung klassifizieren
- Testvorgänge an integrierten Schaltungen klassifizieren und zugehörige Randbedingungen nennen
- Begriffe Defekt" (defect), Fehler" (fault), Irrtum" (error), Ausfall" (failure) am Beispiel Halbleitertest voneinander abgrenzen
- Abläufe bei Halbleitertests hinsichtlich verschiedener Kriterien (hierarchisch) strukturieren und unterscheiden
- Testsysteme und deren Architekturen hinsichtlich verschiedener Kriterien klassifizieren

Evaluieren (Beurteilen)

- technische und wirtschaftliche Bedeutung des Tests im Vergleich zu weiteren Bereichen der Halbleiterindustrie zutreffend einschätzen
- Prüfkriterien anhand angestrebter Qualitätsanforderungen (Testschlupf) aufstellen

		• Testschwellen im Hinblick auf Minimierung einer Irrtumswahrscheinlichkeit wählen Erschaffen (keine) Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden: Hypothesen statistisch prüfen, wahrscheinlichkeitsbehaftete Aussagen interpretieren Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: Schlüsse aus statistischen Aussagen und Ergebnissen hinterfragen diesen kritisch begegnen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Übungsaufgabenstellungen gemeinsam in Kleingruppen lösen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 498723	**Transformationen in der Signalverarbeitung** (Transforms in signal processing)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transformationen in der Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler
5	**Inhalt**	Das Modul "Transformationen in der Signalverarbeitung" behandelt mehrere verschiedene Transformationen, die im Rahmen der Signalverarbeitung Verwendung finden. Dabei werden zuerst die grundlegenden Konzepte von Transformationen diskutiert und die Vorteile die Transformationen mit sich bringen erläutert. Im Anschluss daran werden die grundlegenden Eigenschaften von Integraltransformationen betrachtet und die Laplace- und die Fourier-Transformation im Detail untersucht. Um auch zeitlich veränderliche Signale gut transformieren zu können werden danach die Kurzzeit-Fourier-Transformation und die Gabor-Transformation eingeführt. Im Anschluss daran erfolgt eine Betrachtung der Auswirkung der Abtastung auf transformierte Signale, bevor die z-Transformation als Transformation für diskrete Signale behandelt wird. Abschließend erfolgt die Betrachtung weiterer Transformationen für diskrete Signale wie der Diskreten Fourier-Transformation oder linearer Block-Transformationen. The module "Transforms in Signal Processing" covers several different transforms which are used in the field of signal processing. For this, first the basic concepts of transforms are discussed and the advantages which are offered by the different transforms are presented. Subsequent to this, fundamental properties of integral transforms are considered and the Laplace- and the Fourier-Transform are examined in detail. To be able to transform time-varying signals, the Short-Time Fourier-Transform and the Gabor-Transform are introduced, afterwards. Subsequent to this, the impact of sampling on transformed signals is analyzed before the z-Transform as a transform for discrete signals is covered. Finally, further transforms for discrete signals like the Discrete Fourier-Transform or Linear-Block Transforms are discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können nach Besuch der Vorlesung • Anwendungsmöglichkeiten von Transformationen bestimmen • Integraltransformationen gegenüberstellen und untersuchen • die Existenz von Transformationen hinterfragen • die Eindeutigkeit von Transformationen überprüfen • Sätze und Eigenschaften von Transformationen entwickeln • zu Transformationen zugehörige inverse Transformationen einschätzen • die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Transformationen einschätzen • auf Zusammenhänge zwischen Ausgangssignalen und transformierten Signalen folgern • Symmetriebeziehungen von Transformationen ausarbeiten

		• Zusammenhänge zwischen kontinuierlichen und diskreten Signalen ausarbeiten Educational Objectives and Competences: After attending the lecture, students will be able to • determine applications of transforms • contrast and examine integral transforms • question the existence of transforms • evaluate the uniqueness of transforms • develop theorems and properties of transforms • evaluate to transforms corresponding inverse transforms • evaluate the relationships between different transforms • asses the relationship between original signal and transformed signals • devise the symmetry properties of transforms • devise the relationship between continuous and discrete signals
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	K. Krüger, Transformationen - Grundlagen und Anwendungen in der Nachrichtentechnik, Vieweg Verlag, Braunschweig B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie, B. G. Teubner Verlag, Stuttgart

1	**Modulbezeichnung** 43700	**Transportprozesse** (Transport processes)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transportprozesse (2 SWS) Übung: Übung zu Transportprozesse (1 SWS)	3 ECTS 2 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing Chris Conrad Bastian Lehnert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	• Transportvorgänge: Wärme-, Stoff-, und Impulsübertragung • Auf Basis der kinetischen Gastheorie werden Gleichungen zur Beschreibung von Transportvorgängen (allgemeine Transportgleichung, Fourier´sches Gesetz, Fick´sche Gesetze,) hergeleitet und für in der Technik typischen Geometrien und Randbedingungen angewandt • Herleitung von Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellung • Aufbereitung von Problemstellungen zur Lösung mit Rechnerunterstützung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • haben vertiefende Kenntnisse in der Impuls- , Wärme, und Stoffübertragung • können Gleichungen zur Beschreibung technischer Aufgabenstellungen eigenständig herleiten • bereiten Aufgabenstellung zur Lösung am Rechner z.B. mit Hilfe von MatLab auf • erarbeiten projektbezogener Aufgaben am Beispiel von Miniprojekten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 876012	**Verlässliche Echtzeitsysteme (Vorlesung mit Übungen)** (Dependable real-time systems (lecture with exercises))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme (2 SWS) Übung: Echtzeitsysteme 2 - Verlässliche Echtzeitsysteme - Rechnerübungen (2 SWS)	- - -
3	Lehrende	Peter Wägemann Phillip Raffeck Simon Schuster Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Wägemann
5	**Inhalt**	Viele Echtzeitsysteme sind in Bereiche des täglichen Lebens eingebettete, die hohe Anforderungen an die funktionale Sicherheit dieser Systeme stellen. Beispiele hierfür sind Fahrerassistenzsysteme in modernen Automobilen, medizinische Geräte, Prozessanlagen in Kernkraftwerken oder Chemiefabriken oder Flugzeuge. Fehlfunktionen in diesen Anwendungen ziehen mitunter katastrophale Konsequenzen nach sich - Menschen können ernsthaft verletzt oder sogar getötet werden, Landstriche können unbewohnbar gemacht oder zumindest großer finanzieller Schaden verursacht werden. Dieses Modul betrachtet Methoden und Werkzeuge, die uns helfen können, einerseits *zuverlässig Software zu entwickeln* (also Fehler im Programm zu entdecken und zu vermeiden), und andererseits *zuverlässige Software zu entwickeln* (also Abstraktionen, die auch im Fehlerfall ihre Gültigkeit behalten). Hierbei steht weniger die Vermittlung theoretischer Grundkenntnisse auf diesen Gebieten im Vordergrund, also vielmehr • die praktische Anwendung existierende Werkzeuge und Methoden • sowie die Erfahrung und das Verständnis ihrer Grenzen. Auf diese Weise soll ein Fundament für die konstruktive Umsetzung verlässlicher Echtzeitsysteme gelegt werden. Dieses Modul soll daher fundierte Anknüpfungspunkte für die Entwicklung verlässlicher Echtzeitsysteme vermitteln, die Ad-hoc-Techniken möglichst ersetzen sollen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • nennen die Konzepte und die Taxonomie verlässlicher Systeme, unterscheiden Software- und Hardwarefehler und klassifizieren Fehler (Defekt, Fehler, Fehlverhalten). • stellen Fehlerbäume auf.

		• organisieren Softwareentwicklungsprojekte mittels der Versionsverwaltung git. • vergleichen die verschiedenen Arten der Redundanz als Grundvorraussetzung für Fehlererkennung und -toleranz. • entwickeln fehlertolerante Systeme mittels Replikation. • diskutieren die Fehlerhypothese und die Sicherstellung von Replikdeterminismus. • erläutern die Vor- und Nachteile softwarebasierter Replikation und den Einsatz von Diversität. • wenden Informationsredundanz zur Härtung von Daten- und Kontrollflüssen an. • bewerten die Effektivität der arithmetischer Codierung von Programmen und verallgemeinern diesen Ansatz auf die verschiedenen Implementeirungsebenen (Maschinenprogramm zu Prozessinkarnation). • interpretieren den Einfluss der Ausführungsplattform (Hardware, Betriebssystem) auf die Leistungsfähigkeit der Fehlererkennung. • konzipieren eine fehlertolerante Ausführungsumgebung für ein softwarebasiertes TMR-System basierend auf ANBD-Codierung. • nennen die Grundlagen der systematischen Fehlerinjektion. • überprüfen die Wirksamkeit von Fehlertoleranzmechanismen mittels Fehlerinjektion auf der Befehlssatzebene. • entwickeln Testfälle für die Fehlerinjektion mittels des fail** Werkzeugs. • setzten Messergebnisse in Relation zu dem tatsächlichen Fehlerraum. • beschreiben die Grundlagen der Fehlererholung (Vorwärts- bzw. Rückwärtskorrektur) und Reintegration fehlgeschlagener Knoten. • vergleichen den Zustandstransfer am Beispiel der Running bzw. Recursive State Restoration. • benennen Konzepte der Rückwärtskorrektur durch Entwurfsalternativen (Recovery Blocks). • fassen die Grundlagen des dynamischen Testens zusammen. • unterscheiden Black-Box und White-Box Testverfahren. • konzipieren und implementieren Testfälle. • überprüfen die Testüberdeckung anhand grundlegender Überdeckungskriterien (Anweisungs- bis Bedingungsüberdeckung). • geben die Grundlagen der statischen Programmanalyse wieder. • nennen die Funktionsweise von Hoare- WP-Kalkül. • verifizieren eine Ampelsteuerung mittels des FramaC Werkzeugs zur statischen Analyse von C Programmen. • beschreiben den Korrektheitsnachweis mittels abstrakter Interpretation und unterscheiden die konkrete von der abstrakten Programmsemnatik.

		• erläutern die Funktionsweise von Sammel- und Präfixsemantiken. • erstellen einen Korrektheitsbeweis für einen a-b-Filter mittels des Astrée Werkzeugs zur abstrakten Interpretation von C Programmen. • bewerten die Verlässlichkeit kommerzieller, sicherheitskritischer Systeme anhand von Fallstudien (Sizewell B, Airbus A320). • erschließen sich typische Probleme und Fehlerquellen bei der Programmierung von eingebetteten Systemen im Allgemeinen. • klassifizieren Fallstricke und Mehrdeutigkeiten in der Programmiersprache C99 im Besonderen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein. Weiterhin sind grundlegende Kenntnisse über Echtzeitsystemeeine, zum Beispiel durch den Besuch der Veranstaltung "Echtzeitsysteme", empfohlen. Eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang jedoch nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 244966	**Zuverlässigkeit technischer Systeme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Zuverlässigkeit technischer Systeme (2 SWS) Vorlesung: Zuverlässigkeit technischer Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Florian Deeg Tobias Rumpel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Die Vorlesung behandelt Methoden zur konsistenten Darstellung von zuverlässigen, rückwirkenden, digitalen Systemen. Mit Hilfe von Aussagen wird in mathematische Formalismen für den automatenorientierten Entwurf digitaler Systeme eingeführt. Spezielle Themen aus dem Bereich der durchgängigen Spezifikation allgemeiner technischer Systeme werden diskutiert. • Motivation • Aussagen • Spezifikation • Multi-Set • Komplementärlogik, Limesdiagramm • Automat • Modellierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen • Die Studierenden können die Methoden zur konsistenten Darstellung von zuverlässigen, rückwirkenden, digitalen Systemen darlegen • Die Studierenden können die mathematischen Formalismen für den automatenorientierten Entwurf digitaler Systeme können beurteilen • Die Studierenden können den Entwurf von asynchronen digitalen Automaten nachvollziehen und Analysieren Evaluieren (beurteilen) • Die Studierenden können die Methoden zur Darstellung von Automaten beschreiben und erkennen die verschiedenen Automatentypen Erschaffen • Die Studierenden können einen Automaten nach einer vorgegebenen Spezifikation erstellen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Feldeffekttransistor • Verstärker, Leistungsverstärker • Nichtlinearität und Verzerrung • Filtertheorie • Realisierung von Filtern • Intrinsisches Rauschen (Konzepte) • Physikalische Rauschursachen • Rauschparameter • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen (PLLs)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Analogschaltungen zu erklären • Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne • Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen • Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten • Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen • Die Studierenden sind in der Lage komplexe Analogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren • Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang • Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96317	**Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS) Übung: Übung zu Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernd Witzigmann Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Elektromagnetische Feldtheorie für Wellenleiter und Resonatoren Kurze Einführung in die Quantenphysik/Halbleitertheorie Theorie Licht-Materie Wechselwirkung Glasfaser Halbleiterlaser Photodiode Modulator
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden geben die Grundbegriffe der optoelektronischen Bauelemente und der faserbasierten Informationsübertragung wieder wenden die Grundgleichungen der elektronagnetischen Feldtheorie auf optoelektronische Komponenten an klassifizieren Laser und Photodioden anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte beschreiben, skizzieren und vergleichen den Aufbau und die Materialzusammensetzung unterschiedlicher Bauelemente können anhand der vermittelten Modelle und Beschreibungen die Funktionsweise und Spezifikationen von Lasern, Modulatoren, Photodioden und Wellenleitern beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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 oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Folien zur Vorlesung Shun Lien Chuang: Physics of Photonic Devices" 2012 (Wiley) Voges und Petermann: Optische Kommunikationstechnik" 2002 (Springer) Coldren and Corzine: Diode Lasers and Photonic Integrated Circuits" 1995 (Wiley) Saleh and Teich: Fundamentals of Photonics" 1991 (Wiley)

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen. • lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

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

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

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären, • einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen, • die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren, • die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten, • einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8

		[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

1	**Modulbezeichnung** 92347	**Mechatronic components and systems (MCS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Rodrigo Jose Velasco Guillen	

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**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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** 92390	**Photonik 1** (Photonics 1)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Photonik 1 Übung (2 SWS) Vorlesung: Photonik 1 (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Max Köppel Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

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

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010. Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004. Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008. Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik

1	**Modulbezeichnung** 96700	**Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit** (Applied electromagnetic compatibility)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Angewandte EMV (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Es werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten, • Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln, • geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Modul EMV
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96000	**Antennen** (Antennae)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Antennen (2 SWS) Übung: Antennen Übung (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Tim Pfahler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte) • Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen) • Linearantennen (Dipole, Linienquellen) • Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen) • Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzgesteuerte Arrays) • Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen) • Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektorantennen) • Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika) • Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele) • Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns) • Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme) • Antennen-Messtechnik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden. • erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002. • Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

1	**Modulbezeichnung** 96010	**Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** (Architectures for digital signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Inhalt: • Basis-Algorithmen der Signalverarbeitung (FFT, Fensterung, Digitale FIR- und IIR-Filter) • Nichtideale Effekte bei Digitalfiltern (Quantisierung der Filterkoeffizienten, Quantisierte Arithmetik) • CORDIC-Architekturen • Architekturen für Multiratensysteme (Abtastratenumsetzer) • Architekturen digitaler Signalgeneratoren • Maßnahmen zur Leistungssteigerung (Pipelining) • Architekturen digitaler Signalprozessoren • Anwendungen Content: • Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters) • Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arthmetic) • CORDIC-architectures • Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates) • Digital signal generation • Measures of performance improvement (pipelining) • Architecture of digital signal processors • Applications
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung Die Studierenden verstehen die Theorie der Fourier-Transformation und sind in der Lage, die Vorteile der Fast-Fourier-Transformation in der digitalen Signalverarbeitung zu verstehen und anzuwenden

		Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen ===Englisch=== Students • can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-comtinous and value-continous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain • can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements • can review pros and cons of analogue versus digitzal signal processing • can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing • can dimension digital filters and evaluate their performance
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten • Hochfrequenztechnik • Signale und Systeme
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	"Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009. "Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999. "Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008. "Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011. "Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006. "Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007.

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme** (Digitale elektronische Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Albert-Marcel Schrotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen • Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern • Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren • Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren • Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

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

1	**Modulbezeichnung** 96580	**Elektromagnetische Verträglichkeit** (Elektromagnetische Verträglichkeit)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen. Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen: • Symmetrische und asymmetrische Störströme • Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten • Netzfilterdämpfung • Koppelmechanismen • Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen, • die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden, • die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden, • die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96200	**Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen** (Design of mixed-signal circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (2 SWS) Vorlesung: Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Es werden Methoden zur Analyse und Synthese von Phänomenen behandelt, welche aus sogenannten Rückkopplungen in gemischt analog-digitalen Systemen entstehen. Es wird an Hand eines allgemeinen Transistormodells abstrahiert, und Beispiele aus der Integrierten Schaltungs- und Systemtechnik erarbeitet. • Modellierung aktiver Bauelemente • Grundschaltungen des allgemeinen Transistors • Abstraktion der Rückkopplung • Analyse der Stabilität im Frequenz- und Zeitbereich • Kompensationstechniken im Frequenzbereich • Grundschaltungen von Rückkopplungen • Harmonische Verzerrungen • Rauschen • Beispiele von Rückkopplungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Analysieren • Die Studierenden können die verschiedenste Strukturen für analoge integrierte Schaltungen entwickeln, analysieren und bewerten. Erschaffen • Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Verfahren für Analyse und Entwurf von analogen rückgekoppelten Schaltungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Schaltungstechnik, Entwurf Integrierter Schaltungen I, o.ä.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G. Palumbo, S. Pennisi, Feedback Amplifiers, Theory and Design, Springer 2009

1	**Modulbezeichnung** 96220	**HF-Schaltungen und Systeme** (HF-Schaltungen und Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: HF-Schaltungen und Systeme Übung (2 SWS) Vorlesung: HF-Schaltungen und Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Nach einer einleitenden Übersicht über aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik werden die Grundlagen nichtlinearer Schaltungen behandelt. Auf dieser Basis werden resistive und parametrische Mischer sowie Detektoren und Frequenzvervielfacher mit Schottky- und Varaktor-Dioden vorgestellt und beispielhafte Schaltungen besprochen. Im nächsten Abschnitt werden Mikrowellenverstärker mit Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren für kleine und mittlere Leistungen sowie Klystron- und Wanderfeldröhrenverstärker für hohe Leistungen mit ihrem konstruktiven Umfeld vorgestellt und Schaltungsausführungen analysiert. Ausgehend von den allgemeinen Schwingbedingungen werden dann Zweipol- und Vierpol-Oszillatoren in ihrer Funktionsweise dargestellt und Berechnungsverfahren angegeben. Neben Tunneldioden- und Transistor-Oszillatoren werden auch Laufzeit-Halbleiter-Systeme in Form von Gunn-Elementen und IMPATT-Dioden sowie Laufzeit-Röhren behandelt. Verfahren zur passiven und aktiven Frequenzstabilisierung, komplexere Zusammenschaltungen von aktiven und nichtlinearen Komponenten und eine Darstellung der Einsatzbereiche von aktiven/nichtlinearen Elemente in HF-Systemen runden die Lehrveranstaltung ab.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben spezialisiertes und vertieftes Wissen über den Umgang mit aktiven und nichtlinearen Bauelementen der Hochfrequenztechnik • können physikalische Prinzipien und deren technische Umsetzung zur Realisierung von Hochfrequenz-Mischern, Detektoren, Vervielfachern, Verstärkern und Oszillatoren anwenden. • sind in der Lage, die Schaltungen der genannten HF-Komponenten eigenständig zu analysieren, zu konzipieren und zu entwickeln. • können hochfrequenten Eigenschaften von aktiven und nichtlinearen Schaltungen berechnen, darstellen und bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Halbleiterbauelemente • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	B. Razavi, "RF Microelectronics", 2. Auflage Prentice Hall 2011 Zinke, O., Brunswig, H., "Hochfrequenztechnik", Band 2, Springer, Berlin, 5. Auflage, 1999. Voges, E., "Hochfrequenztechnik", 3. Auflage, Hüthig, 2004. Bächtold, W., "Mikrowellentechnik", Vieweg, Braunschweig, 1999. Bächtold, W., "Mikrowellenelektronik", Vieweg, Braunschweig, 2002. Maas, S. A., "Nonlinear Microwave and RF Circuits", Artech House, 2. Auflage, 2003. Pozar, D. M., "Microwave Engineering", 4. Auflage Wiley 2011.

1	**Modulbezeichnung** 92345	**Human-centered mechatronics and robotics** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Human-oriented design methods • Biomechanics - Motions, measurement, and analysis - Biomechanical models Elastic robotics - Elastic actuators - Control methods • Cognitive and physical human-robot interaction • Empirical research methods - Research process and experiment design - Research methods, interferences, and ethics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to: • Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design. • Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots. • Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results. • Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer. • Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann. • Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press. • Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning. • Further topic-specific text books and selected research articles.

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	**Inhalt**	• Transceiver-Architekturen • Hochfrequenzaspekte • Tranistoren und Technologien • Passive Bauelemente und Netzwerke • Rauscharme Vorverstärker • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen und Synthesizer • Messtechnische Grundlagen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Den Aufbau sowie Vor-und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen • Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren • Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen • Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden • Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer,Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92410	**Komponenten optischer Kommunikationssysteme** (Komponenten optischer Kommunikationssysteme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Komponenten optischer Kommunikationssysteme Übung (2 SWS) Vorlesung: Komponenten optischer Kommunikationssysteme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	Seit Ende der 70er Jahre werden Systeme zur optischen Nachrichtenübertragung eingesetzt. Seither haben sich sowohl deren Übertragungskapazität als auch die Reichweite drastisch erhöht. Die so entstandenen optischen Kommunikationsnetze sind al Rückgrat der weltweiten Kommunikationsinfrastruktur zu sehen. Diese Entwicklungen wurden und werden besonders durch Innovationen auf dem Gebiet der Komponenten und Subsysteme ermöglicht. Im Rahmen der Vorlesung wird auf die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Komponenten wie Halbleiterlaser, Modulatoren, Glasfasern, optische Verstärker und Empfangsdioden eingegangen, wobei ein besonderes Augenmerk auf systemrelevante Effekte und Kenngrößen gelegt wird. An Beispielen wird der Einfluss von Komponenteneigenschaften auf die Leistungsmerkmale des Gesamtsystems erläutert. Dabei wird auch auf real eingesetzte oder in Entwicklung befindliche Komponenten und Systeme Bezug genommen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von opto-elektronischen und optischen Bauelementen, die in der optischen Übertragungstechnik eingesetzt werden. • können die optischen Eigenschaften der Systemkomponenten und deren Beeinflussung durch die gewählten Betriebsparameter beurteilen. • kennen die verschiedenen Bauelemente und Subsysteme und deren Eigenschaften • können die Bedeutung linearer und nichtlinearer faseroptischer Effekte und deren Auswirkung auf Systemeigenschaften einschätzen. • können faseroptische Übertragungssysteme und ihre komponentenabhängigen Eigenschaften analysieren. • beherrschen den grundlegenden Umgang mit Systemsimulationswerkzeugen zur Dimensionierung faseroptischer Übertragungssysteme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse in den Bereichen: • Halbleiterphysik • Strahlenoptik • Photonik

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Agrawal, G.P.: Fiber Optic Communication Systems, Willey, New York, 1992. Voges, E.; Petermann, K.: Optische Kommunikationstechnik, Springer, Berlin, 2002. Kaminow, I, Li, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002. Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008.

1	**Modulbezeichnung** 96251	**Mikrowellenschaltungstechnik** (Microwave circuit technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mikrowellenschaltungstechnik Übung (2 SWS) Vorlesung: Mikrowellenschaltungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Die Mikrowellenschaltungstechnik ist ein essentieller Bestandteil vieler Sensor-, Kommunikations- und informationsverarbeitender Systeme geworden. Ihre Bedeutung wächst weiter mit der steigenden Vernetzung und Automatisierung in den Bereichen Verkehr, Energie und Industrie. Es werden das Design, die Analyse und die Realisierung von hochfrequenten elektronischen Schaltungen von der Komponente bis zum kompletten System behandelt. Ausgehend von der Planung und Auslegung von Mikrowellenschaltungen basierend auf Anforderungen aus der Anwendung wird der komplette Weg über das Design, die Fertigung sowie die messtechnische Charakterisierung abgedeckt. Dabei werden fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften planarer Leitungen und Schaltungen sowie über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS vermittelt. Es werden typische Grundschaltungen wie z.B. Anpassschaltungen, Koppler, Mischer, Verstärker, wie sie heutzutage fast in allen Kommunikationsmodulen und Mikrowellensensorsystemen vorkommen, behandelt. Die fundierte theoretische Betrachtung dieser Grundschaltungen und der zugehörigen Entwurfstechniken sowie der Integration in größere Systeme wird ergänzt durch viele praktische Designübungen am PC und durch experimentelle Aufbauten und Versuche im Labor. - Planare Mikrowellenleiter - Computergestützte Simulation von Mikrowellenschaltungen - Passive Schaltungstechniken basierend auf Leitungen (Anpassschaltungen, Filter, Hybride) - Aktive Grundschaltungen (Mischer, Verstärker, Oszillatoren) - Systemarchitekturen (Sender-Empfänger-Trennung, Frequenzumsetzung, Vervielfachung, PLLs) - Konzeption von Schaltungen unter Einfluss von Nichtidealitäten (Rauschen, Nichtlinearität, Übersprechen, Stabilität). Desweiteren: Planung, Entwurf und Test eines Radartransceivers in Mikrostreifenleitungstechnik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden

		• erwerben fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften von planaren Leitungen und Schaltungen und über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS und CST und sie können die Leitungs- und Schaltungstrukturen und die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung differenziert auswählen und anwenden; • sind in der Lage, HF-Schaltungen und -Komponenten zu analysieren und deren hochfrequenten Eigenschaften mit Hilfe von Schaltungssimulationsprogrammen zu berechnen und Kriterien aufzustellen um sie zu charakterisieren und zu bewerten; • sind in der Lage Schaltungen und Schaltungsdesigns zu konzipieren, auszuarbeiten und anzufertigen und ihr Verhalten zu validieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Pozar, D. M.: Microwave Engineering. 4. Auflage. Wiley, 2011. Bächtold, W.: Mikrowellenelektronik. Vieweg, Braunschweig, 2002. Besser, L., Gilmore, R.: Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol. I, Vol. II. Norwood, Artech House, 2003.

1	**Modulbezeichnung** 92501	**Numerische Methoden elektromagnetischer Felder** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Numerische Methoden elektromagnetischer Felder (3 SWS) Übung: Übung zu Numerische Methoden elektromagnetischer Felder (1 SWS)	3,5 ECTS 1,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	Grundlagen der numerischen Simulation von quasistationären elektromagischen Feldern und elektromagnetischer Wellenausbreitung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele: • Kenntnisse über verschiedene numerische Methoden zur Lösung der Maxwell'schen Gleichungen im Zeit- und Frequenzbereich • Anwendung der Finite-Differenzen-Zeitbereichsmethode und der Finite-Elemente-Methode zur Lösung elektromagentischer Feldprobleme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung GET 1, GET 2 (erfolgreiches Bestehen)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Taflove, A., Hagness, S.: Computational Electrodynamics: The Finite-Difference Time-Domain Method. 3rd Ed., Artech House, Norwood, Mass., USA, 2005. • Jin, J.: The Finite Element Method in Electromagnetics. Wiley-IEEE Press, 2007 • Jin, J.-M.: Theory and computation of electromagnetic fields. IEEE Press, Piscataway, New Jersey, USA, 2015. • Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96350	**Photonik 2** (Photonics 2)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Photonik 2 (2 SWS) Übung: Photonik 2 Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Max Köppel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	Aufbauend auf "Photonik 1" werden fortgeschrittene Verfahren der Laser-Messtechnik, komplexe Laser-Systeme sowie deren technische Anwendungen besprochen. In einem ersten Themenkomplex werden Messverfahren für praktisch wichtige Laserkenngrößen wie z.B. Laserstrahlleistung, Polarisationszustand und Spektrum der Lichtwelle behandelt. Anschließend wird die räumliche und zeitliche Kohärenz eines Laserstrahls diskutiert. Dies ist die Grundlage für interferometrische Messverfahren zur Bestimmung von Lichtwellenlängen und hochaufgelösten optischen Spektren oder auch für mechanische Größen wie Weg und Winkelbeschleunigung. Rauschquellen in photonischen Systemen werden beschrieben und diskutiert. Wichtige Maßnahmen zur Reduktion von Rauschen in optischen Aufbauten werden vorgestellt. Optische Verstärker auf Glasfaserbasis, sog. Faserverstärker und darauf aufbauende Faserlaser werden in einem eigenen Kapitel vorgestellt. Faser-Bragg-Gitter als wichtige Bestandteile eines Faserlasers werden in Herstellung und Anwendung. U.a. in der Messtechnik diskutiert. Zeitlich dynamische Vorgänge im Laser, beschrieben durch die so genannten Ratengleichungen und deren Lösung, werden ausführlich behandelt. Begriffe wie Spiking oder Relaxationsschwingungen und Verfahren wie Mode-Locking oder Q-Switching werden besprochen. Daraus wird die Funktion und die technische Anwendung von Lasern zur Erzeugung von energiereichen Lichtimpulsen bis hin zu sogenannten Femtosekundenlasern abgeleitet. Das Themengebiet der optischen Frequenzumsetzung wird mit einem Kapitel zur linearen und nichtlinearen Optik eingeleitet. Technische Anwendungen wie optische Frequenzverdoppelung, Erzeugung von UV-Licht durch Frequenzvervielfachung werden darauf aufbauend besprochen. Ein Kapitel zum Raman-Effekt und zur stimulierten Brillouin-Streuung sowie deren Anwendung schließt den Inhalt ab. Methoden und Systeme aus "Photonik 2" werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über Laser und den in den Inhalten beschriebenen photonischen Systemen und Methoden. • können die im Inhalt beschriebenen fortgeschrittenen Methoden der Photonik erklären und anwenden. • können technische und wissenschaftliche Anwendungen dieser photonischen Systeme diskutieren, beurteilen und vergleichen. • sind in der Lage, derartige photonische Systeme zu konzipieren und zu entwickeln. • können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme der Photonik entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Photonik 1 oder vergleichbare Grundlagen der Photonik und Lasertechnik.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006. Reider, G.A.: Photonik. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2005. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993. Demtröder, W: Laserspektroskopie. Springer Verlag, Berlin 2000.

1	**Modulbezeichnung** 92531	**Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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. Roland Nagy
5	**Inhalt**	Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 96316	**Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonoumous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc., 2009 Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg, 1999 Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung" Albrecht K. Ludloff, 2008 "RFID at ultra and super high frequencies: theory and application Dominique Paret, John Wiley & Sons, 2009. RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC", Klaus Finkenzeller, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage 2012.

1	**Modulbezeichnung** 92359	**Robot mechanisms and user interfaces** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev
5	**Inhalt**	Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Studienleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Studienleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. Lenarcic, J., Bajd, T., & Stanisic;, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer. Hatzfeld, C., & Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer. Selected research articles.

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik

1	**Modulbezeichnung** 624171	**EMV-Praktikum** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: EMV-Praktikum (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung |Elektromagnetische Verträglichkeit| • Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 96190	**Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen** (Design of integrated circuits II/technology of integrated circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (2 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (3 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jannik Schwarberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt. Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden • beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte • erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen Evaluieren (Beurteilen)

		• ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten • sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000 • Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

1	**Modulbezeichnung** 92507	**Laborpraktikum Human-Robot Interaction** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Human-Robot Interaction Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Martin Rohrmüller Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms. • Introduction to the Robot Operating System (ROS) • Introduction to Python • Teleoperation of the lightweight robot • Collaboration with the lightweight robot • Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot • Object recognition with the humanoid robot as platform • Object recognition with neural networks
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97610	**Laborpraktikum Leistungselektronik** (Laboratory course: Power electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt. Kurzbeschreibung der Versuche: *1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)* In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *2. Dreiphasiger Pulsumrichter* Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird. Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung. *3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen. *4. Flyback-Converter Schaltung* An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden: • kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart • Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen. *5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles* Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen

		• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad • Schaltverhalten von MOSFETS • Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen. *6. CUK - Converter* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung |Leistungselektronik| EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 97720	**Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine** (Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL • Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik • Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten • Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 836673	**Praktikum Energieelektronik** (Laboratory energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Nikolai Weitz Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. • Leistungshalbleiter • DC-DC-Wandler • Energieeinspeisung aus PV-Quellen • Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern • Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler • können Messmittel der Leistungselektronik anwenden • erproben PV-Module und Batteriespeicher • analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten • können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen "Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung"

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Darstellung und Messung von HF-Signalen • Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung • Streuparametermessung • Netzwerkanalyse • Anpassungs-Transformatoren • Antennen und Strahlungsfelder • Nichtreziproke Bauelemente • HF-Resonatoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen. • analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten • erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000). Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

1	**Modulbezeichnung** 631385	**Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2** (Laboratory on microwave technology 2)	**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**	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür
5	**Inhalt**	Theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik werden durch vorlesungsbegleitende Experimente im Praktikum vertieft. In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Hochfrequenzverstärker • Mischer und Frequenzvervielfacher • Hochfrequenzoszillatoren • Rechnergestützter HF-Schaltungsentwurf • 3D-Feldsimulation von HF-Komponenten • Antennenentwurf • Verstärkerentwurf • Satellitenfunk Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung und Materialcharakterisierung. Durch das Praktikum erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik durch vorlesungsbegleitende Experimente analysieren und evaluieren. • können modernste HF-Messtechnik und Simulationssoftware anwenden und Ergebnisse vergleichen. • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Oszillatoren und Verstärker einzusetzen und zu analysieren • evaluieren die technische und wissenschaftliche Bedeutung aktiver HF-Geräte in der Praxis. Sie sind damit in der Lage, komplexe HF-Systeme in der Praxis zu erschaffen und zu dimensionieren, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Hochfrequenztechnik • HF-Schaltungen und Systeme (Praktikum vorlesungsbegleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999 Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992

1	**Modulbezeichnung** 96261	**Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen** (Practical course on integrated circuits for wireless technologies)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Marco Dietz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Aufbauend auf den Kenntnissen der Vorlesung und Übung "Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen" werden im Rahmen dieses Blockpraktikums integrierte Hochfrequenzschaltungen mithilfe von Cadence simulativ entwickelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen / Verstehen: Die Studierenden vertiefen ihre Grundkompetenzen in den folgenden Bereichen: • Analoge Schaltungstechnik • Entwurf Integrierter Schaltungen • Hochfrequenztechnik • Schaltungen für Funkanwendungen Anwenden: Die Studierenden erhalten • praktische Erfahrung im Entwurf ausgewählter Schaltungen der Kommunikationstechnik • praktische Erfahrung mit der CAD Software "Cadence Virtuoso Analog Design Environment" zum Entwurf integrierter Schaltungen • praktische Erfahrung mit linearen und nichtlinearen Simulationstechniken ("S-Parameter", "Harmonic Balance") zur Analyse der HF Parameter von Schaltungen Beurteilen: Die Studierenden entwickeln • Verständnis für Optimierungsmöglichkeiten von integrierten Schaltungen, insbesondere Hochfrequenzschaltungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 37 h Eigenstudium: 38 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92504	**Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	• Selbständige Implementierung von numerischen Algorithmen sowie Anwendung von kommerziellen Simulationswerkzeugen am Beispiel der Halbleiterbauelemente • Grundlagen der numerischen Simulation von Kontinuumsgleichungen am Beispiel des Halbleitertransports
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Lösungen partieller Differentialgleichunssysteme unter Verwendung der finiten Volumen sowie der finiten Differenzen • Interpretation und Beurteilung von Simulationsergebnissen anhand von Stromtransport in Halbleitern • Bedienung von kommerziellen Simulationswerkzeugen, inkl. Gemeotrieerzeugung, Diskretisierung, Parameter-Datenbanken, sowie Visualisierung von Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices • J. Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics

		• Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 242643	**Praktikum Photonik/Lasertechnik 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Max Köppel Jasper Podschus	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Photonik 1, kann auch parallel gehört werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010. Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004. Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008. Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.

1	**Modulbezeichnung** 508483	**Praktikum Photonik/Lasertechnik 2** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Max Köppel Jasper Podschus Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt: • Polarisation - Doppelbrechung - Jones-Matrizen • Zeitliche Kohärenz - Michelson-Interferometer Linienbreiten • Räumliche Kohärenz - Beugung Doppelspalt • Leistungs-Laserdiode - Kennlinie Wellenlängenabstimmung • Lichtwellenmesstechnik - Wavemeter - OSA • EDFA - Erbium-dotierter Faserverstärker - Faser-Laser • Nd:YAG-Laser - Kennlinien - Resonator - Stabilität • Dynamik im Laser - Q-Switch - Spiking - Sättigbarer Absorber Anhand der Versuche wird gelernt, moderne und komplexe laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • vertiefen ihre wissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich der komplexer photonischer Systeme durch praktische Experimente. • können fortgeschrittene technische und wissenschaftliche Experimente im Bereich Photonik / Lasertechnik selbstständig und in kooperativen Gruppen planen, durchführen und reflektieren. • können Sachverhalte und Ergebnisse der im Inhalt beschriebenen Experimente bewerten und vergleichen. • sind in der Lage, eigenständig Ideen zur Lösung komplexer technisch-wissenschaftlicher Messaufgaben im Bereich der Photonik und Lasertechnik zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Photonik 1 • Photonik 2 (kann vorlesungsbegleitend besucht werden)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Träger, F. (Ed.): Handbook of Lasers and Optics, Springer Verlag, Berlin 2007. Eichler/Eichler: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006. Reider, G.A.: Photonik. Springer Verlag, Berlin 2003. Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.

1	**Modulbezeichnung** 443121	**Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Benedict Scheiner Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Im Praktikum High-Performance Analog und Umsetzer Design wird ein Temperatursensor mit USB-Anschluss entwickelt. Die Teilnehmer müssen die einzelnen Schaltungsblöcke zuerst dimensionieren und simulieren, bevor die Schaltung auf einer Leiterplatte aufgebaut und gemessen wird. Im einzelnen sind folgende Blöcke zu untersuchen: • Temperaturstabilen Spannungsreferenz (Bandgap) • Präziser Instrumentenverstärker • Zeitkontinuierlicher Delta-Sigma Modulator • Nach Abschluss des Praktikums kann jeder Student seine eigene Platine mit nach Hause nehmen. Das Praktikum findet als einwöchige Blockveranstaltung während der Semesterferien im August/September statt. Die Anmeldung erfolgt über das WAS-System.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Konzepte von Analogschaltungen und Umsetzern anzuwenden und auf Basis dieser einen Temperatursensor mit USB Anschluss zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik

1	**Modulbezeichnung** 750143	**Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL** (Advanced seminar on medical electronics and systems for ambient assisted living AAL)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	During the seminar current issues in the field of "Modern concepts in medical electronics" will be discussed. After a joint briefing the students will independently work on the chosen topic under the guidance of a supervisor. The results are summarized in a four-page seminar thesis. The main task of the seminar is a 30 minute presentation of each student. A discussion with the listeners concludes the seminar. Attendance during the whole workshop day is mandatory for passing the seminar. Topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Electronics based human assistance systems • Electronic systems for AAL Ambient Assisted Living • Electronical Systems incorporating Microsystem Components (MEMS) • BAN body area networks • Coupling of medical electronic systems to Patient health record data bases • Near body Energy Harvesting and Scavenging • Circuit design for microwave based blood analysis • MEMS Lab-on-chip • Vital parameter supervision
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students will acquire basic knowledge in research, topics preparation and presentation techniques. • Students will focus on technical issues for a given topic in the field of medical electronics. • Students will independently deepen a technical issue on a concrete example. • Students will learn the ability to familiarize themselves with unknown problems and to present the results. • Students will achive the ability to formulate questions as a active listener and to discuss technical issues.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92537	**Elektromagnetische Feldsimulation** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar über aktuelle Themen der elektromagnetischen Feldsimulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Inhalt des Seminars ist die selbstständige Erarbeitung und schlüssige Darstellung eines Themas aus dem Gebiet der Quantenelektronik. Als Grundlage dienen dabei Literaturvorgaben der Betreuer, die durch eigene Recherchen ergänzt werden sollen. Die Teilnehmer referieren im Rahmen eines 30-minütigen Vortrags über ihre Ergebnisse. Die Einzelthemen werden in jedem Semester neu gewählt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) - sind in der Lage, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Quantenelektronik nach entsprechender Literaturrecherche eigenständig zu vertiefen, Sachverhalte einzuschätzen und in einem Vortrag zur präsentieren. Lern- bzw. Methodenkompetenz - sind in der Lage, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Quantenelektronik nach entsprechender Literaturrecherche eigenständig zu vertiefen, Sachverhalte einzuschätzen und in einem Vortrag zur präsentieren. Selbstkompetenz - können komplexe Sachverhalte anschaulich vor Publikum präsentieren - sind in der Lage, technische Sachverhalte zu diskutieren Sozialkompetenz - können komplexe Sachverhalte anschaulich vor Publikum präsentieren - sind in der Lage, technische Sachverhalte zu diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Experimentalphysik I und II empfohlen, Kenntnisse aus Quantenelektronik III Tunnel- und Quantum Well"-Bauelemente und/ oder Quantenelektronik IV - Spintronik und Quantum Computation" von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wissenschaftliche Artikel zu den einzelnen Themen (werden z.T. vom Dozenten ausgegeben)

1	**Modulbezeichnung** 92505	**Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	Erarbeitung und Präsentation von physikalischen Modellen und numerischen Methoden für die Simulation von (opto-)elektronischen Bauelementen. *Ablauf eines Seminars* |Organisation des Seminars| Die Vergabe der angebotenen Vortragsthemen erfolgt im Rahmen des Vorbesprechungstermins. Die einzelnen Vortragstermine werden in der Vorbesprechungsrunde festgelegt. Die Seminartermine sind typischerweise Doppeltermine mit zwei Vorträgen und dazugehöriger Diskussion. Die Dauer des Seminarvortrags beträgt 30 Minuten. Im Anschluss an den Vortrag sind weitere 15 Minuten zur Diskussion und Beantwortung von Fragen vorgesehen. Der Besuch aller Seminarvorträge ist für die Seminarteilnehmer zum Erhalt des Scheins Pflicht. |Einführung in die Vortragstechnik| In einer der ersten Vorlesungswochen findet ein Pflichttermin für alle Seminarteilnehmer statt, an dem von einem Mitarbeiter eine einführende Präsentation zum Thema Vortragstechnik" gehalten wird. Dieser Vortrag soll den Seminarteilnehmern einen Einblick in Präsentationsgrundlagen und in die Gestaltung von Vortragsmedien vermitteln. |Schriftliche Ausarbeitung| Spätestens zwei Wochen vor dem Seminarvortrag muss die schriftliche Ausarbeitung zum Seminarthema abgeben werden. Diese sollte einen Umfang von 10 15 Seiten aufweisen. Die Ausarbeitung ist in Fließtext anzufertigen, d.h. das Abdrucken der kommentierten Präsentationsfolien ist nicht zulässig. Zwei Muster-Ausarbeitungen können dazu als PDF-Datei von der Lehrstuhl-Homepage heruntergeladen werden. Die äußere Form der Ausarbeitung wird als ein Kriterium bei der Gesamtbewertung der Seminarteilnahme herangezogen. Zusätzliche Punkte für die Bewertung des Seminarbeitrags sind: - Präsentationsfolien

		- Arbeitsweise und fachlicher Inhalt - Vortrag - Diskussion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Kenntnisse über zeitgemäße Verfahren für die numerische Modellierung von Halbleiterbauelementen. • Wissen über die Anwendung und den Gültigkeitsbereich dieser Modellierungsmethoden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wissenschaftliche Artikel zu den einzelnen Themen (werden z.T. vom Dozenten ausgegeben)

1	**Modulbezeichnung** 92508	**Hauptseminar Cognitive Science in Engineering** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar "Cognitive Science in Engineering" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Dr. Chenxu Hao
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in Cognitve Science and Engineering. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of Cognitive Science in Engineering. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97840	**Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit** (Advanced seminar: Electromagnetic compatibility)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar "Elektromagnetische Verträglichkeit" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb eines stetig wechselnden Schwerpunktthemas im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit an. Themengebiete sind beispielsweise: • abgestrahlte elektromagnetische Störungen • Aufbau und Einsatz von Filtern • Störfestigkeitsgesichtspunkte für praktische Schaltungen
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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul EMV
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zum Modul „Elektromagnetische Verträglichkeit“ • Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien • Technische Literatur im Themengebiet

1	**Modulbezeichnung** 95191	**Hauptseminar Leistungselektronik (BA)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Leistungselektronik (BA) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der Leistungselektronik: • Neuartige Schaltungstopologien und deren Analyse • Moderne Leistungsbauelemente und deren Eigenschaften (Si, SiC, GaN, u.a.) • Regel- und Modulationsverfahren für Schaltwandler • Fragen der Aufbautechnik und Entwärmung in leistungselektronischen Wandlern • RF-Leistungselektronik und geschaltete Verstärker • Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit • Simulation und Modellierung • Anwendungstechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Das Seminar umfasst einen mind. 4-seitigen Bericht im doppelspaltigen IEEE-Format. Am Ende wird das Ergebnis in einem 20 minütigem Vortrag und einer anschließenden Diskussion von 10 Minuten präsentiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96318	**Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer Prof. Dr. Bernd Witzigmann Jeannette Konhäuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Es werden aktuelle Themen aus dem Gebiet der Photonischen Komponenten und deren Aufbau und Funktionsweise behandelt. Themen werden in der Vorbesprechung diskutiert. Teilnehmer haben die Chance auf Wunsch eigene Themen einzubringen. *Ablauf eines Seminars* |Organisation des Seminars| Die Vergabe der angebotenen Vortragsthemen erfolgt im Rahmen des Vorbesprechungstermins. Die einzelnen Vortragstermine werden in der Vorbesprechungsrunde festgelegt. Die Seminartermine sind typischerweise Doppeltermine mit zwei Vorträgen und dazugehöriger Diskussion. Die Dauer des Seminarvortrags beträgt 30 Minuten. Im Anschluss an den Vortrag sind weitere 15 Minuten zur Diskussion und Beantwortung von Fragen vorgesehen. Der Besuch aller Seminarvorträge ist für die Seminarteilnehmer zum Erhalt des Scheins Pflicht. |Einführung in die Vortragstechnik| In einer der ersten Vorlesungswochen findet ein Pflichttermin für alle Seminarteilnehmer statt, an dem von einem OTE-Mitarbeiter eine einführende Präsentation zum Thema Vortragstechnik" gehalten wird. Dieser Vortrag soll den Seminarteilnehmern einen Einblick in Präsentationsgrundlagen und in die Gestaltung von Vortragsmedien vermitteln. |Schriftliche Ausarbeitung| Spätestens zwei Wochen vor dem Seminarvortrag muss die schriftliche Ausarbeitung zum Seminarthema abgeben werden. Diese sollte einen Umfang von 10 15 Seiten aufweisen. Die Ausarbeitung ist in Fließtext anzufertigen, d.h. das Abdrucken der kommentierten Präsentationsfolien ist nicht zulässig. Die äußere Form der Ausarbeitung

		wird als ein Kriterium bei der Gesamtbewertung der Seminarteilnahme herangezogen. Zusätzliche Punkte für die Bewertung des Seminarbeitrags sind: - Präsentationsfolien - Arbeitsweise und fachlicher Inhalt - Vortrag - Diskussion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme 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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92527	**Joint communications and sensing in wireless systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Joint Communications and Sensing in Wireless Systems (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Radio sensing as an integrated capability of mobile communication networks have been identified as one of the key features of future 6G cellular systems. The main challenge here lies in the joint design of sensing and communications because mobile communications and radar, for example, are still designed as more or less independent technologies and systems with different design approaches. But, especially, the convergence of both technologies is of utmost interest, enabling benefits of integrated radio sensing like • sensing/radar-as-a-service, e.g., for object and obstacle detection, • joint signal processing frameworks for both target/environment detection/analysis and wireless communications, • highly synchronous operation of both technologies, • balancing dual-functional performance (coordination gain), • performing mutual assistance, • increasing resource efficiency using shared radio resources, • jamming detection and mitigation, • optimization of the network performance based on collected sensing information.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The design of JC&S-based wireless systems faces challenges in several electrical engineering areas, especially electronics design, radio-frequency (RF) design, information and communications technology (ICT) design, and system design. The seminar will examine the latest approaches, developments, and findings from research in the field of JC&S and Integrated Sensing and Communication (ISAC), respectively. And topics are offered across all of the aforementioned disciplines. Participants in this seminar are expected to have a basic knowledge of communications systems, such as those acquired in the Digital Communications and Fundamentals of Mobile Communications lectures.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Ca. halbstündiger Vortrag (60%), Ausarbeitung im Umfang von 7-10 Seiten (30%), aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92346	**Seminar Autonomous Systems and Mechatronics** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Anany Dwivedi Rodrigo Jose Velasco Guillen Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 312380	**Seminar Elektromagnetische Felder** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar "Elektromagnetische Felder" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb eines stetig wechselnden Schwerpunktthemas im Bereich der elektromagnetischen Feldtheorie an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage: • erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten, • Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden, • eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln, • einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen, • Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren. Weiteres Ziel dieses Seminars ist es, dass die Studierenden lernen, sich eigenständig in ein Themengebiet (in diesem Fall aus dem Bereich der elektromagnetischen Feldtheorie) einzuarbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse Elektromagnetische Felder
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zum Modul Elektromagnetische Felder" • Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien • Technische Literatur im Themengebiet

1	**Modulbezeichnung** 188730	**Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Im Seminar "Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik" (HFSEM) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik innerhalb eines Rahmenthemas behandelt. Die behandelten Themengebiete decken einen großen Bereich der modernen HF-Technik wie z.B. Radaranwendungen im Verkehr, THz-Technik oder Hochfrequenz in der Medizintechnik ab. Die Einzelthemen, die innerhalb des Rahmenthemas bearbeitet werden können, werden in einer Einführungsveranstaltung vorgestellt und den Studenten zugewiesen. Zur Erprobung von Präsentationstechniken werden in der zweiten Veranstaltung Kurzvorträge mit 5 Minuten Dauer und anschließender Feedback-Runde gehalten, in der die Gestaltungsaspekte angesprochen werden. In den folgenden Wochen unternimmt jeder Student eigenverantwortlich eine Recherche zu seinem Einzelthema und erarbeitet einen halbstündigen Vortrag, der an einem interessierten Fachpublikum ausgerichtet ist. Hierbei steht jedem Studenten individuell ein Mitarbeiter des Lehrstuhls beratend zur Verfügung. Jeder Vortrag wird durch eine anschließende 15-minütige Diskussionsrunde ergänzt, in der es um Rückfragen und Ergänzungen zu dem zuvor behandelten Thema geht. Die Vorträge werden in der zweiten Semesterhälfte in wöchentlicher Folge vorgetragen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erfassen und ordnen in ihrer Recherche den Stand der Technik zum gewählten Rahmenthema aus dem Gebiet der Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik • Dabei müssen sie die Relevanz verschiedener inhaltlicher Aspekte für das beabsichtigte Publikum einschätzen, und den Vortrag angesichts der Zeitbegrenzung effektiv strukturieren. • Anschließend entwerfen und gestalten sie eine wissenschaftlich/technische Präsentation, die zur effektiven Wissensvermittlung im Rahmen eines mündlichen Vortrags geeignet ist. • Hierzu bewerten sie verschiedene Darstellungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit. • Sie klären in der Gesprächsrunde auftretende Fragen, und erläutern dabei den gefragten Sachverhalt oder identifizieren geeignete Quellen, die zur weiteren Klärung dienlich sind. • Sie lernen HF-Anwendungen und Geräte an praxisnahen Beispielen kennen und bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik.

		Sie sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literatur wird themenspezifisch zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 47667	**Seminar Human-Robot Interaction** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao Anany Dwivedi Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected research articles.

1	**Modulbezeichnung** 987845	**Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag** (Advanced seminar medical electronics and electronic assistance systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Im Seminar werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Medizinelektronik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30 minütiger Vortrag jeder Studierenden und jedes Studierenden. Eine Diskussion mit den Zuhörerinnen und Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht. Themen: • Elektronik für Medizinische Diagnostik und Therapie • Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben im Alltag • Elektronische Systeme für AAL (Ambient Assisted Living) • Elektronische Systeme mit Microsystemtechnischen Komponenten (MEMS) • Kopplung Medizinelektronischer Systeme an Patientendatenbanken • Körpernahe Netzwerke • Körpernahe elektrische Energiegewinnung • Schaltungstechnik für Mikrowellenbasierte Blutbildanalyse • MEMS "Lab-on-chip (Labor auf Chipebene) • Vitalsensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studierenden erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Medizinelektronik. • Die Studierenden vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Medizinelektronik und zeigen dessen Relevanz in der medizinischen Anwendung auf. • Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studierenden 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 804407	**Seminar Medizintechnik** (Seminar medical engineering)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Medizintechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Im Seminar "Medizintechnik" (MEDSEM) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsthemen aus dem Bereich der Medizintechnik von Studierenden übersichtsartig präsentiert. Das Seminar sieht für jede(n) Studierende(n) einen 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion vor. Themen sind beispielsweise Magnetresonanz-Tomographie, Strahlentherapie, therapeutischer und diagnostischer Ultraschall, Hyperthermie, Ophthalmologie (Augenheilkunde), Laser in der Medizintechnik, Audiologie (Gehör und Hörhilfen) etc. Siehe auch UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • haben in dem Seminar die Möglichkeit wissenschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Medizintechnik zu erarbeiten und präsentieren • lernen medizintechnische Anwendungen und Geräte an praxisnahen Beispielen kennen • bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Medizintechnik Die Studierenden sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 406250	**Seminar Photonik/Lasertechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Photonik/Lasertechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß
5	**Inhalt**	Im Seminar "Photonik/Lasertechnik" (PhoSem) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsthemen aus dem Bereich der Photonik, Lasertechnik und optischen Technologien von Studenten übersichtsartig präsentiert. Das Seminar sieht für jeden Studenten einen 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion vor. Die behandelten Themengebiete wechseln semesterweise, Beispiele sind "Optische und laserbasierte Messtechnik und Diagnostik", "Laser in der Medizintechnik" oder "Glasfasern und faseroptische Komponenten". Vor dem eigentlichen Fachvortrag wird in einem Kurzvortrag zu einem frei gewählten technischen Thema die persönliche Präsentationstechnik geübt, ohne Einfluss auf die Seminarnote. Siehe auch UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen in dem Seminar, wissenschaftliche Vorträge aus dem Gebiet der Lasertechnik/Photonik zu erarbeiten und zu präsentieren. • üben Recherche und Stoffsammlung, Strukturierung und didaktisch geeignete Aufbereitung von Fachinhalten. • lernen Photonik und Lasertechnik an praxisnahen Beispielen kennen. • trainieren Rhetorik und Gestik für Vorträge. • bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Photonik. . Sie sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Photonik 1 oder vergleichbare Lehrveranstaltung zu Photonik, Lasertechnik und optischen Technologien. Kann begleitend besucht werden.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Siehe UniVIS-Eintrag der zugeordneten Lehrveranstaltungen!

1	**Modulbezeichnung** 92352	**Seminar Quantentechnologien** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Quantentechnologien 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	**Inhalt**	In dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende selbstständig aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Quantentechnologien erarbeiten. Diese Erkenntnisse sollen in Form eines wissenschaftlichen Vortrags und anschließender Diskussion vertieft werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die dieses Modul erfolgreich abgeschlossen haben • sollen die Fähigkeit haben, sich selbstständig in aktuelle Forschungsthemen im Bereich Quantentechnologien einzuarbeiten. • sollen ein vertieftes Verständnis zu aktuellen Forschungsfragen haben. • sollen sich mich komplexen wissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen. • sollen wissenschaftliche Themen votragen und diskutieren (Präsentationstechnik).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 108984	**Seminar Technische Elektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Technische Elektronik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Fabian Michler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Im Seminar Technische Elektronik werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Schaltungstechnik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30-minütiger Vortrag jedes Studenten. Eine Diskussion mit den Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studenten erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Technischen Elektronik. • Die Studenten vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Technischen Elektronik. • Die Studenten erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studenten 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92361	**Smart City: Technologien und Systeme (TuS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Smart City: Technologien und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Themen zur Auswahl: • Toward Location-Enabled IoT (LE-IoT): IoT Positioning Techniques, Error Sources, and Error Mitigation • Positioning Techniques in IoT • Error Sources in IoT Localization • Energy Consumption of eMTC and NB-IoT for Smart City Applications • Vehicular Fog Computing • (C-)V2X • Mioty als sichere Massive IoT/LPWAN Lösung • Open Data • Artificial Intelligence for efficient urban mobility • Augmented / Mixed / Extended Reality • Smart Parking Systems • 5G Private/Campus Networks • Microgrid Technology
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schlüsselwörter: Smart City, IoT, Campusnetze, LPWAN, NB-IoT, Microgrids, Smart Parking, C-V2X, 5G, Augmented / Mixed / Extended Reality, Misty, Vehicular Fog Computing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminararbeit+Vortrag, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) 60% Vortrag: Präsentation (20 Min.) plus Verteidigung (10 Min) 30% Ausarbeitung (7 bis max. 10 Seiten A4) 10% Aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

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

Kernmodule Automatisierungstechnik

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

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären, • einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen, • die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren, • die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten, • einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8

		[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

1	**Modulbezeichnung** 96560	**Linearantriebe** (Linear drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Linearantriebe (2 SWS) Vorlesung: Linearantriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Tavakoli Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	1. Motivation 2. Bauformen 3. Arten von elektrischen Linearmotoren 3.1 Gleichstrom-Linearmotor 3.2 Drehstrom-Linearmotor 4. Regelung 4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss 4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss 4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren 5. Vertikale Kräfte, Randeffekte 6. Positionsmessung (Lage)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen. *Lernziele* *Bauformen:* Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor). *Arten von elektrischen Linearmotoren:* Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von

		Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor. Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wickelungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrastkräften und Nutrastung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen. *Regelung elektrischer Linearmotoren:* Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter. *Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:* Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen. *Möglichkeiten der Positionsmessung:* Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

1	**Modulbezeichnung** 92347	**Mechatronic components and systems (MCS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronic components and systems (2 SWS) Übung: Mechatronic components and systems (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Rodrigo Jose Velasco Guillen	

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**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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** 92240	**Modellbildung in der Regelungstechnik** (Modellbildung in der Regelungstechnik)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Modellbildung in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Modellbildung in der Regelungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Gewöhnliche Differentialgleichungen als mathematisches Modell technischer Prozesse • Zustandsraumdarstellung, Linearisierung, Übertragungsfunktionen • Regelungstechnische Modelle mechanischer Systeme • Regelungstechnische Modelle chemischer Prozesse • Numerische Verfahren zur Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern grundlegende Vorgehensweisen und Techniken der Modellbildung, • entwickeln umfassende regelungstechnische Modelle für einfache technische Prozesse, • entwickeln Modelle komplexer mechanischer Systeme, • erläutern etablierte Modelle ausgewählter chemischer Prozesse, • diskutieren die vorgestellten Verfahren zur Simulation mit geeigneten Mitteln der Mathematik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** (Control engineering B (State-space methods))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Einführung in die Sensorik • Wandlerprinzipien • Sensor-Parameter • Sensor-Technologien • Messung mechanischer Größen • Chemo- und Biosensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder • klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte • beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren • kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser • beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen • analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen • zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** (Digital control)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Digitale Regelung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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

1	**Modulbezeichnung** 96540	**Elektrische Antriebstechnik I** (Electrical drives I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Marco Eckstein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*1. Einleitung* Generelle Aspekte Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems *2. Grundlagen* 2.1 Motor und Lastmaschine 2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe *3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen* *4. Übersicht Drehstromantriebe* *5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)* 5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung 5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom 5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom *6. Netzgeführte Stromrichter* 6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe 6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe 6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis 6.2.2 Direktumrichter *7. Andere Topologien* 7.1 Matrixumrichter

		7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine *8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)* 8.1 Blockschaltbild 8.2 Microcontroller 8.3 PLD, FPGA, ASIC 8.4 Zeitscheiben und Interrupt 8.5 Abtastung *9. Drehzahl- und Positionsgeber* 9.1 Analogtacho 9.2 Impulsgeber 9.3 Resolver
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel:* Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem. *Lernziele:* *Mechanik:* Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen. *Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:* Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. *Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:* Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von

		Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte. *Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an. *Weitere Topologien:* Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade. *Digitale Regelung:* Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. *Drehzahl- und Positionsgeber.* Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Antriebstechnik II*| *Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)* *Regelung der Gleichstrommaschine* *U/f-Steuerung von Drehstromantrieben* *Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichtermotor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom *Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele |*Electrical Drives (Part II)*| *Control of speed-adjustable drives (overview)* *Closed-loop control for DC-drives* *V/f-control for three-phase AC-drives* *Closed-loop control for three-phase AC-drives:* field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current *Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples

6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung. *Lernziele:* *Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis. *Feldorientierte Regelung mit Geber:* Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle. *Lagegeberlose Regelung:* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren. *Direct Torque Control:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte. *Digitale Feldbusse:* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die

		Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen. Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96130	**Elektrische Kleinmaschinen** (Small electrical machines)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor. Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic

		funktionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden, • die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen, • zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen, • unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript Script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96570	**Elektrische Maschinen I** (Electrical machines I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen I (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen I (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Maschinen I*| *Einleitung* *Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanenterregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten *Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine |*Electric machines I*| *Introduction* *DC-motors:* Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour *Three-phase motors:* General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei

		verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to apply Maxwell´s theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field´s properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen, • die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden, • die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrere Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren, • das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

		Script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96160	**Elektrische Maschinen II** (Electrical machines II)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen II (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen II (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Karsten Knörzer Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*Ziel:* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, den Einfluss höherer Harmonischer im Luftspaltfeld auf das Betriebsverhalten zu bewerten, unterschiedliche elektrische Maschinen hinsichtlich ihres Betriebsverhalten zu analysieren und zu bewerten, einfache Simulationsmodelle für elektrische Maschinen zu entwickeln, sowie den Entwicklungsprozess einer elektrischen Maschine zu analysieren und die Fertigungstechnologien elektrischer Maschinen zu erinnern. *Aim:* After the participation the students are able to evaluate the influence of the higher harmonics of the magnetic air gap field on the operating behaviour, to analyze and to evaluate different electrical machine concepts concerning the operating behaviour, to create simulation models for different electrical machine concepts, to analyze the development process and to remember to production technologies used for electrical machines. *Inhalt:* Physikalische Grundlagen; elektromechanische Energieumformung; Kraft- und Drehmomenterzeugung; Energieeffizienz; Wirkungsgrad; elektromagnetisch gekoppelte Spulen als Elementarmaschine; Aufbau allgemeiner Maschinenmodelle aus Elementarmaschinen; Netzwerktheorie für Maschinenmodelle; Matrizendarstellung;

		Grundwellenbetrachtung; Berücksichtigung höherer Harmonischer; stationäres Betriebsverhalten; dynamisches Betriebsverhalten; Umrichterspeisung; dynamische Simulation; numerische Methoden zur dynamischen Simulation; industrieller Entwicklungs- und Fertigungsprozess;
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • den industriellen Entwicklungsprozess elektrischer Maschinen wiederzugeben und die unterschiedlichen Fertigungstechnologien bei elektrischen Maschinen zu nennen, • die allgemeine Theorie zur Beschreibung des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen, • unterschiedliche Wickelschemata elektrischer Maschinen hinsichtlich der Oberwellenspektren zu klassifizieren und gegenüberzustellen. Sie können die Einflüsse der Oberwellen auf das Betriebsverhalten charakterisieren und Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Betriebsverhaltens erschließen, • Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten, • einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 92430	**Ereignisdiskrete Systeme** (Ereignisdiskrete Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ereignisdiskrete Systeme - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Ereignisdiskrete Systeme (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Yiheng Tang Prof. Dr. Thomas Moor	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	Formale Sprachen als Modelle ereignisdiskreter Dynamik • reguläre Ausdrücke, endliche Automaten, Nerode-Äquivalenz • natürliche Projektion, synchrone Komposition, Konfliktfreiheit. Entwurf ereignisdiskreter Regler: • Sicherheitsspezifikation, Konfliktfreiheit • supremale steuerbare Teilsprache, Fixpunktiterationen • Normalität, Regelung unter eingeschränkter Beobachtbarkeit. Anwendungsstudie: • Modellbildung eines einfachen technischen Prozesses • Spezifikation/Entwurf/Simulation am Anwendungsbeispiel
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Teilnehmer dieser Veranstaltung • erklären, illustrieren und validieren die vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • entwickeln einfache Ergänzungen zu den vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen, • erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsverfahren, • überprüfen die vorgestellten Entwurfsverfahren hinsichtlich einzelner Lösungseigenschaften, • entwickeln ereignisdiskrete Modelle einfacher technischer Prozesse, einschließlich formaler Spezifikationen, • wählen im Kontext einfacher technischer Prozesse geeignete Entwurfsverfahren aus und wenden diese kritisch an, • bewerten ihre Regelkreise im Simulationsexperiment.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen, eines der folgenden UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) (WS 2017/2018) • Einführung in die Regelungstechnik (ERT) (WS 2017/2018)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999

1	**Modulbezeichnung** 97770	**Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation** (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Meyer Adam Kalisz Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**Sommersemester: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)** Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsseitige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können. **Wintersemester: Roboternavigation** Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten. 2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.

		3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln. 4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte. Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen. Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92345	**Human-centered mechatronics and robotics** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Adna Bliek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Human-oriented design methods • Biomechanics - Motions, measurement, and analysis - Biomechanical models Elastic robotics - Elastic actuators - Control methods • Cognitive and physical human-robot interaction • Empirical research methods - Research process and experiment design - Research methods, interferences, and ethics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to: • Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design. • Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots. • Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results. • Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer. • Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann. • Burdet, E., Franklin, D. W., & Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press. • Gravetter, F. J., & Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning. • Further topic-specific text books and selected research articles.

1	**Modulbezeichnung** 96101	**Integrierte Navigationssysteme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Integrierte Navigationssysteme (1 SWS) Vorlesung: Integrierte Navigationssysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**1. Überblick** • Von der Astronavigation zur Navigation mit Mikroelektronik • Messprinzipien & Positionsberechnung (Standlinien/-flächen) • Begriffsdefinitionen (s. US Federal Radionavigation Plan), Genauigkeit, Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Integrität, etc. • Systematische Strukturierung des Gebiets: siehe 2. bis 7. **2. Positions- und Lagebestimmung** • Funkausbreitung und Funkortung (Beispiel WLAN) • Fingerabdruckverfahren • Lokalisierung mit Markovketten **3. Koppelnavigation (Tracking) mittels Trägheitsnavigation** • Koordinatensysteme und ihre Einsatzgebiete • Mathematische Gundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt • Strapdown Inertial Navigation Systems • Sensorprinzipien und Trägheitssensoren • Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen • System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum • Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion **4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)** **5. Landmarken als lokaler Ortsbezug** • Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB • Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration **6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion** • Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS & Trägheitsnavigation **7. Einbettung von Navigationssystemen** • Assisted GPS oder Location Based Service Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.

		2. Die Studierenden lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen. 3. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System¬theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

1	**Modulbezeichnung** 94968	**Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Maschinelles Lernen in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Die Vorlesung vermittelt Grundbegriffe und Grundlagen zu Methoden des Maschinellen Lernens, die aktuell verstärkt in der Regelungstechnik Einzug halten. Die Anwendungen gehen hier von der einfachen Parameteridentifikationsaufgabe bis hin zu gänzlich auf Maschinellem Lernen basierenden Regelungsverfahren. Inhalte der Vorlesung: • Grundbegriffe des Maschinellen Lernens und von Zufallsprozessen • Iterativ lernende Regelung • Lineare Regression • Gaußprozess-Regression • Logistische Regression und Support Vector Machine • Neuronale Netze • Reinforcement Learning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Lernziele und Kompetenzen: Die Studierenden: • können die Grundbegriffe des maschinellen Lernens und von dafür eingesetzten Optimierungsverfahren sowie der Anwendung der Methoden in der Regelungstechnik erklären. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens voneinander abgrenzen und im Detail erläutern. • können verschiedene Verfahren des maschinellen Lernens in regelungstechnischen Anwendungen umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundkenntnisse der höheren Mathematik • Grundkenntnisse der Regelungstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92529	**Nonlinear Control Systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Nonlinear Control Systems - Exercises (1 SWS) Vorlesung: Nonlinear Control Systems (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Daniel Landgraf Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many control problems are nonlinear by nature. Classical control methods are based on linear approximations or a linearization of these systems in the neighborhood of setpoints to be controlled. In contrast to linear control theory, this module focuses on advanced nonlinear methods for the analysis and control of nonlinear systems by exploiting structural properties. In summary, the course covers the following topics: • Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena • Introduction to computer algebra software • Analysis of nonlinear systems • Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability) • Lyapunov-based control design (Backstepping) • Reachability/controllability and observability of nonlinear systems • Exact linearization via feedback • Differential flatness of nonlinear systems • Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • describe and analyze nonlinear systems • determine the input/output behavior of nonlinear systems • design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization • apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems • use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002 • S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999 • A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995 • J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009 • J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991 • M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993 • M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley & Sons, 1995

1	**Modulbezeichnung** 92528	**Numerical Optimization and Model Predictive Control** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many problems in economy and industry require an optimal solution under consideration of specific criteria and constraints. From a mathematical point of view, this requires the numerical solution of a parametric optimization problem or a dynamic optimization problem. The latter formulation accounts for the dynamics of the underlying process and is particularly relevant in the context of optimal control and model predictive control (MPC). In summary, the course covers the following topics: • Introduction to and examples of static and dynamic optimization problems • Unconstrained numerical optimization (optimality conditions, numerical methods) • Constrained numerical optimization (linear/quadratic/nonlinear problems, optimality conditions, numerical methods) • Dynamical optimization / optimal control problems (calculus of variations, optimality conditions, PMP, numerical methods) • Nonlinear model predictive control (formulations, stability, real-time solution)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • differentiate the problem classes of parametric and dynamic optimization • formulate and analyze practical optimization problems • derive and solve the optimality conditions for unconstrained and constrained optimization problems using state-of-the-art software tools • classify the different formulations and stability criteria for nonlinear model predictive control • design a model predictive controller for a given control task and analyze the performance and stability properties in closed loop • realize and implement a real-time MPC for highly dynamical nonlinear systems with sampling times in the (sub)millisecond range using modern state-of-the-art (N)MPC software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics (especially linear algebra) Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

1	**Modulbezeichnung** 96370	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe** (Pulse-controlled converters for electrical drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS) Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Khoshzaman Dr.-Ing. Jens Igney	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	1. Einleitung 2. Bauelemente 2.1 IGBTs und Dioden 2.2 Entwärmung 2.3 Kondensatoren 3. Theorie selbstgeführter Stromrichter 3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter 3.2 Grundfrequenzsteuerung 3.3 Trägerverfahren 3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation 4. Gleichstromsteller 4.1 Tiefsetzsteller 4.2 Hochsetzsteller 4.3 Zweiquadrantensteller 4.4 Vierquadrantensteller 5. Dreiphasiger Pulsumrichter 5.1 Eingansseitige Gleichrichter 5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom 5.3 Motorseitiger Wechselrichter

		5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom 6. Unerwünschte Effekte 6.1 Niederfrequente Netzharmonische 6.2 Ableitströme und Funkstörspannung 6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen 6.4 Lagerströme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen. **Bauelemente im Pulsumrichter:** Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren. **Theorie selbstgeführter Stromrichter:** Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises. **Gleichstromsteller:** Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Dreiphasige Pulsumrichter:** Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die

		Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Unerwünschte Effekte:** Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Leistungselektronische Grundkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter" • Semikron Applikationshandbuch

1	**Modulbezeichnung** 96316	**Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems Exercises (2 SWS) Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Carlowitz Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonoumous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems. The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology. RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems • can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases • can determine the underlying physical limitations and sources of errors • are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless esnsors, Radar and RFID-systems • can create and define independently applications and system designs of RWSs
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc., 2009 Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg, 1999 Praxiswissen Radar und Radarsignalverarbeitung" Albrecht K. Ludloff, 2008 "RFID at ultra and super high frequencies: theory and application Dominique Paret, John Wiley & Sons, 2009. RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC", Klaus Finkenzeller, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage 2012.

1	**Modulbezeichnung** 92519	**Robotics 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities • Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space • Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators. • plan trajectories for robot motions. • design and implement linear methods for robot motion and force control.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basis knowledge of advanced mathematics • Basic knowledge of control theory
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009. • J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.

1	**Modulbezeichnung** 92535	**Robotics 2** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robotics 2 (2 SWS) Übung: Robotics 2 - Exercises (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	This lecture introduces advanced methods of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: • Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model • Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control • Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning • Mobile robots: Basics of control and planning
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students are able to • derive the dynamical model of a robotic manipulator • design and implement nonlinear methods for robot motion and force control • plan collision-free motions for robots in known environments
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basics of advanced mathematics • Basics of control theory • Basics of robotics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005. • B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.

		• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018. • S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006.

1	**Modulbezeichnung** 92359	**Robot mechanisms and user interfaces** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robot mechanisms and user interfaces (2 SWS) Übung: Robot mechanisms and user interfaces (UE) (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Mehmet Ege Cansev
5	**Inhalt**	Mechanical components, short overview/repetition of machine elements, Robot mechanisms, Kinematic parameters and calculations, Evaluation metrics and design methods, Redundant mechanisms and actuation, Human-robot interfaces, Intend detection (sensing) and haptic stimulation (actuators), Interface system design and evaluation, Mechanical and cognitive user models A flip-the-classroom seminar with student presentations and discussion is part of the lecture. The laboratory exercise will be a mini design project in which student groups create their own low-budget haptic human-machine interfaces.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to: Understand robot mechanisms and apply kinematic calculations for their design and control, Exploit redundancy in kinematic chains and actuation systems, Know components of human-machine interfaces and be able to design such systematically, Know approaches to model human characteristics and behavior for human-machine interface design.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Studienleistung Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Studienleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker. Lenarcic, J., Bajd, T., & Stanisic;, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer. Hatzfeld, C., & Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer. Selected research articles.

1	**Modulbezeichnung** 94961	**Schätzverfahren in der Regelungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik (2 SWS) Übung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik - Übungen (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Moor Yiheng Tang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Moor
5	**Inhalt**	• Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter und Zustandsschätzung • Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung • Least Squares Schätzer via Projektionssatz • Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen • Kalman-Filter • Extended Kalman-Filter
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann • erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra • können die vermittelten Ansätze im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden; Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (WS 2017/2018) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (WS 2017/2018)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.

Laborpraktika Automatisierungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 92507	**Laborpraktikum Human-Robot Interaction** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Human-Robot Interaction Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Martin Rohrmüller Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms. • Introduction to the Robot Operating System (ROS) • Introduction to Python • Teleoperation of the lightweight robot • Collaboration with the lightweight robot • Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot • Object recognition with the humanoid robot as platform • Object recognition with neural networks
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97610	**Laborpraktikum Leistungselektronik** (Laboratory course: Power electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt. Kurzbeschreibung der Versuche: *1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)* In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *2. Dreiphasiger Pulsumrichter* Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird. Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung. *3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen. *4. Flyback-Converter Schaltung* An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden: • kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart • Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen. *5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles* Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen

		• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad • Schaltverhalten von MOSFETS • Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen. *6. CUK - Converter* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung |Leistungselektronik| EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 510068	**Praktikum Automatisierungstechnik** (Laboratory on automation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Automatisierungstechnik (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAS): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (LSE) • Durchflussmesstechnik (LSE) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an. • interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus. • erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 532547	**Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Marco Eckstein Shima Khoshzaman Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Veronika Solovieva
5	**Inhalt**	|Kurzbeschreibung der Versuche:| *IGBT* In diesem Versuch wird das Durchlass- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *Betreuer: Shima Khoshzaman, M. Sc. Tiefsetzsteller *In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zweiquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators.* Betreuer: Philipp Sisterhenn, M. Sc. Gleichstromantrieb *Ein Gleichstromantrieb mit zwei gekoppelten Gleichstrommotoren wird untersucht. Ein Gleichstrommotor wird über eine Thyristorbrücke gespeist; der andere über einen Gleichstromsteller.* Betreuer: Marco Eckstein, M. Sc. Befüllautomat *Die Steuerung des Befüllautomaten erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Dazu gehört: Entwerfen eines Ablaufplans zur Realisierung des gewünschten Prozesses (Vorbereitung), Graphische Programmierung der SPS mit der Programmiersprache STEP 7, Testen des programmierten Ablaufes am Modell.* Betreuer: Sara Hosseini, M. Sc.

		Asynchronmaschine mit U/f-Steuerung *Eine Asynchronmaschine wird an einem Stromrichter mit U/f-Steuerung betrieben und durch eine Gleichstrommaschine belastet. Beide Maschinen werden über ein Echtzeitentwicklungssystem gesteuert und geregelt.* Betreuer: Karsten Knörzer, M. Sc. |Das Hauptziel ist die Vertiefung und Festigung des Vorlesungsstoffes von Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik und gewählter Kern- und Vertiefungsmodule der Elektrischen Antriebstechnik. Dazu bauen die Studierenden die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen.|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen: • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 836673	**Praktikum Energieelektronik** (Laboratory energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Nikolai Weitz Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. • Leistungshalbleiter • DC-DC-Wandler • Energieeinspeisung aus PV-Quellen • Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern • Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler • können Messmittel der Leistungselektronik anwenden • erproben PV-Module und Batteriespeicher • analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten • können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen "Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung"

1	**Modulbezeichnung** 133478	**Praktikum Regelungstechnik I** (Internship control systems I)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik I (3 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Es werden fünf Versuche durchgeführt zu den Themen: • Füllstandsregelung mit Kaskadenstruktur und Störgrößenaufschaltung (zwei Versuche) • Identifikation, Validierung und Regelung eines hydraulischen Linearantriebs • Identifikation und Regelung eines elastisch gelagerten Schwenkarms • Untersuchung von Regelkreisen in Matlab/Simulink anhand einer Zwei-Freiheitsgrade-Struktur
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • Methoden aus einer einführenden Lehrveranstaltung der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und auswerten • mit Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul "Regelungstechnik A (Grundlagen)"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 343279	**Praktikum Regelungstechnik II** (Laboratory: Control engineering II)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Regelungstechnik II (3 SWS)	-
3	Lehrende	Daniel Landgraf Athira Jess Cherian Lars Ullrich Julian Kißkalt Alexander Verhoolen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	Im Praktikum werden fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik auf verschiedene Versuchsaufbauten angewandt. Zur Auswahl stehen Versuche zu fünf Vertiefungsvorlesungen, von denen drei bearbeitet werden müssen. Jeder Versuch erstreckt sich über zwei Termine, die entweder am selben Aufbau oder an zwei verschiedenen Aufbauten durchgeführt werden. • Digitale Regelungen: Inverses Pendel (zwei Termine) • Nonlinear Control Systems: Laborkran und Ball-auf-Platte (jeweils ein Termin) • Numerical Optimization and Model Predictive Control: Ball-auf-Platte und Laborkran (jeweils ein Termin) • Robotics 1: Panda-Roboter (zwei Termine) • Ereignisdiskrete Systeme: Aufzug (zwei Termine)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • Methoden aus drei vertiefenden Lehrveranstaltungen der Regelungstechnik in Simulationen und an Laboraufbauten anwenden • anfallende Versuchsergebnisse regelungstechnisch interpretieren und in vertiefter Weise bewerten • mit aktuellen Werkzeugen und Geräten der Steuerungs- und Regelungstechnik praktisch umgehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird der vorherige Besuch von drei Vertiefungsvorlesungen aus der Gruppe "Digitale Regelungen", "Nonlinear Control Systems", "Numerical Optimization and Model Predictive Control", "Robotics 1" und "Ereignisdiskrete Systeme" empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Hauptseminare Automatisierungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 92508	**Hauptseminar Cognitive Science in Engineering** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar "Cognitive Science in Engineering" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle Dr. Chenxu Hao
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in Cognitve Science and Engineering. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of Cognitive Science in Engineering. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 95191	**Hauptseminar Leistungselektronik (BA)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Leistungselektronik (BA) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der Leistungselektronik: • Neuartige Schaltungstopologien und deren Analyse • Moderne Leistungsbauelemente und deren Eigenschaften (Si, SiC, GaN, u.a.) • Regel- und Modulationsverfahren für Schaltwandler • Fragen der Aufbautechnik und Entwärmung in leistungselektronischen Wandlern • RF-Leistungselektronik und geschaltete Verstärker • Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit • Simulation und Modellierung • Anwendungstechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Das Seminar umfasst einen mind. 4-seitigen Bericht im doppelspaltigen IEEE-Format. Am Ende wird das Ergebnis in einem 20 minütigem Vortrag und einer anschließenden Diskussion von 10 Minuten präsentiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92346	**Seminar Autonomous Systems and Mechatronics** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Anany Dwivedi Rodrigo Jose Velasco Guillen Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present. and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 680681	**Seminar Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Antriebstechnik BA (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jens Igney Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Antriebstechnik" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum (Kommilitonen im BA-Studium) auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 108645	**Seminar Elektrische Maschinen** (Seminar electric machines)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Sara Hosseini Babak Dianati Jaeho Ryu Philipp Sisterhenn Shima Tavakoli	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Maschinen" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag in freier Rede vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern in einem vorgegebenen Zeitrahmen • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen Dies alles geschieht im Rahmen des Themenbereichs "Elektrische Maschinen". Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuell dem/ der Studierenden zugewiesenen Thema erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 47667	**Seminar Human-Robot Interaction** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Mensch-Roboter-Interaktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Chenxu Hao Anany Dwivedi Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Selected research articles.

1	**Modulbezeichnung** 248929	**Seminar 'Moderne Methoden der Regelungstechnik'** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Moderne Methoden der Regelungstechnik (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Prof. Dr. Thomas Moor Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	Im Seminar sollen Studierende zu einem aktuellen Forschungsthema der Regelungstechnik eine Literaturrecherche durchführen, die Ergebnisse schriftlich zusammenfassen und in einem Vortrag präsentieren sowie die anderen Vorträge kritisch diskutieren. Die genauen Themen werden zu Semesterbeginn festgelegt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • eigenständig Fachliteratur zu einem aktuellen Forschungsthema der Regelungstechnik auffinden und verstehen • komplexe fachbezogene Inhalte schriftlich zusammenfassen und in vertiefter Weise bewerten • eine Präsentation für ein Fachpublikum entwerfen • einen Vortrag in freier Rede in einem vorgegebenen Zeitrahmen durchführen • komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und argumentativ vertreten sowie das eigene Argumentationsverhalten in kritisch-reflexiver Weise erweitern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 791336	**Seminar Regelungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Regelungstechnik (Bachelor) (2 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen Prof. Dr. Thomas Moor Dr.-Ing. Andreas Völz
5	**Inhalt**	Im Seminar sollen Studierende zu einem grundlegenden Thema der Regelungstechnik eine Literaturrecherche durchführen, die Ergebnisse schriftlich zusammenfassen und in einem Vortrag präsentieren sowie die anderen Vorträge kritisch diskutieren. Die genauen Themen werden zu Semesterbeginn festgelegt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • eigenständig Fachliteratur zu einem grundlegenden Thema der Regelungstechnik auffinden und verstehen • komplexe fachbezogene Inhalte schriftlich zusammenfassen und bewerten • eine Präsentation für ein Fachpublikum entwerfen • einen Vortrag in freier Rede in einem vorgegebenen Zeitrahmen durchführen • komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren und argumentativ vertreten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 749172	**Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik** (selected aspects of energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Nikolai Weitz Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Thomas Eberle Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der elektrischen Energietechnik: • Regelverfahren, Stabilitäts- und Fehlerbetrachtungen in Gleichspannungsnetzen • Schutztechnik in Gleichspannungsnetzen • Netzintegration von Speichern, elektrischen Quellen (Brennstoffzellen, Photovoltaik), Verbrauchern, Prosumern und Elektrofahrzeugen • Kopplung unterschiedlicher Netze • Systemtechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Die Erkenntnisse sind in einem mind. 4-seitigen Dokument zusammenzufassen und im Rahmen eines 20-minütigen Vortrags zu präsentieren. An den Vortrag schließt sich eine 10-minütige Diskussion an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I+II, Leistungselektronik, Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik

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

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

		5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln 6. Leistungselektronische Komponenten 7. Speicher
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere), • kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen, • verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten, • verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen, • wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an, • wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an, • wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und • können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010. • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

1	**Modulbezeichnung** 96521	**Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme** (Operating performance of electrical energy systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2 SWS) Vorlesung: Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Julian Richter Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	"Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme" beschäftigt sich mit den Grundlagen des Betriebsverhaltens elektrischer Energiesysteme. Der Schwerpunkt liegt auf der Auslegung und dem Betrieb elektrischer Übertragungsnetze. Dabei wird sowohl auf die Transportaufgabe des Systems als auch auf die Erbringung von Systemdienstleistungen eingegangen (z.B. Frequenz- und Spannungsregelung). Zu Beginn bekommen die Studierenden einen Überblick über die Aufgaben der Systemanalyse von elektrischen Energieversorgungssystemen und es werden die notwendigen Grundlagen zur Durchführung von Netzberechnungen erläutert. Anschließend werden Netze im stationären Betrieb betrachtet. Hierfür wird die Methodik der Leistungsfluss- und der Kurzschlussstromberechnung erläutert. In diesem Zusammenhang wird auch auf den Einfluss der Sternpunktbehandlung und Erdung eingegangen. Weiterhin wird die Thematik der Systemstabilität behandelt, welche die Polradwinkel-, Spannungs- und Frequenzstabilität elektrischer Energiesysteme beinhaltet. Abschließend wird auf die Leistungs-Frequenz-Regelung und die Spannungsregelung elektrischer Energiesysteme behandelt. *Gliederung*: 1. Aufgaben und Grundlagen der Systemanalyse 2. Grundlagen der Netzberechnung 3. Stationäre Netzberechnungen 4. Kurzschlussstromberechnung 5. Stabilität 6. Netzregelung und Systemführung

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die typischen Netzstrukturen elektrischer Energiesysteme, • kennen die Grundlagen der Netzbetriebsführung, • verstehen das grundsätzliche Verhalten elektrischer Energiesysteme im gestörten und ungestörten Betrieb, • verstehen die Ursachen und Charakteristik von lokalen und überregionalen Ausgleichsvorgängen in elektrischen Energiesystemen, • wenden ingenieurwissenschaftliche Herangehensweisen zur Untersuchung realer Szenarien an, • analysieren die Erbringung von Systemdienstleistungen (Frequenzhaltung, Spannungshaltung, Versorgungswiederaufbau und Betriebsführung) in Verbundsystemen, • analysieren systematisch das Systemverhalten mit Hilfe mathematischer Verfahren im stationären und dynamischen Betrieb, • analysieren Ursachen des Systemverhaltens anhand von Aufzeichnungen aus dem Betrieb großer Verbundsysteme und • analysieren Konzepte zur Verbesserung des Systemverhaltens elektrischer Energiesysteme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung • Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009. • Herold: Elektrische Energieversorgung III und IV, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2003

1	**Modulbezeichnung** 96540	**Elektrische Antriebstechnik I** (Electrical drives I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Marco Eckstein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*1. Einleitung* Generelle Aspekte Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems *2. Grundlagen* 2.1 Motor und Lastmaschine 2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe *3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen* *4. Übersicht Drehstromantriebe* *5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)* 5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung 5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom 5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom *6. Netzgeführte Stromrichter* 6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe 6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe 6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis 6.2.2 Direktumrichter *7. Andere Topologien* 7.1 Matrixumrichter

		7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine *8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)* 8.1 Blockschaltbild 8.2 Microcontroller 8.3 PLD, FPGA, ASIC 8.4 Zeitscheiben und Interrupt 8.5 Abtastung *9. Drehzahl- und Positionsgeber* 9.1 Analogtacho 9.2 Impulsgeber 9.3 Resolver
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel:* Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem. *Lernziele:* *Mechanik:* Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen. *Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:* Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. *Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:* Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von

		Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte. *Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an. *Weitere Topologien:* Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade. *Digitale Regelung:* Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. *Drehzahl- und Positionsgeber.* Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Antriebstechnik II*| *Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)* *Regelung der Gleichstrommaschine* *U/f-Steuerung von Drehstromantrieben* *Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichtermotor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom *Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele |*Electrical Drives (Part II)*| *Control of speed-adjustable drives (overview)* *Closed-loop control for DC-drives* *V/f-control for three-phase AC-drives* *Closed-loop control for three-phase AC-drives:* field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current *Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples

6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung. *Lernziele:* *Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis. *Feldorientierte Regelung mit Geber:* Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle. *Lagegeberlose Regelung:* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren. *Direct Torque Control:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte. *Digitale Feldbusse:* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die

		Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen. Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96570	**Elektrische Maschinen I** (Electrical machines I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen I (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen I (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Maschinen I*| *Einleitung* *Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanenterregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten *Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine |*Electric machines I*| *Introduction* *DC-motors:* Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour *Three-phase motors:* General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei

		verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to apply Maxwell´s theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field´s properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen, • die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden, • die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrere Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren, • das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

		Script accompanying the lecture

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

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären, • einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen, • die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren, • die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten, • einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8

		[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik

1	**Modulbezeichnung** 96040	**Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen** (Analysis and design of electrical machines)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Tavakoli Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*Ziel:* Die Studierenden sind nach Teilnahme an dem Modul in der Lage, die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden, vorgegebene Magnetkreise elektrischer Maschinen zu analysieren und zu bewerten, sowie die aktiven Baugruppen und Bauteile einer elektrischen Maschine zu entwickeln. *Aim:* After the participation in the module the students are able to apply the basic concepts and methods of the calculation and design of electrical machines, to analyze and to evaluate some given magnetic circuits, and to create the active parts of an electrical machine. *Inhalt:* Berechnungsmethoden: Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwellsche Gleichungen in integraler und differentieller Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse; Wicklungsentwurf; Nutenspannungsstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches Verhalten; Entwurf und Auslegung:

		Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze; Auslegung elektrischer Maschinen; Analytisch-numerische Methoden; Optimierungsmethoden
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, • die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden und das dynamische, sowie stationäre Betriebsverhalten elektrischer Maschinen vorauszusagen, • vorgegebene Magnetkreise und Wickelschemata elektrischer Maschinen zu untersuchen, vergleichend gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswikungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen, • gegebene aktive Bauteile und Baugruppen in elektrischen Maschinen bezüglich deren Einfluss auf das zu erwartende Betriebsverhalten zu bewerten und sich ggfs. für eine gezielte Modifikation der Bauteile und Baugruppen zu entscheiden, • die elektromagnetischen Bauteile und Baugruppen elektrischer Maschinen selbständig zu konzipieren, im Detail auszuarbeiten und zu entwickeln, um gegebene Anforderungen an das Betriebsverhalten der elektrischen Maschine zu erfüllen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** (Digital control)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Digitale Regelung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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

1	**Modulbezeichnung** 96550	**Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen** (Electrical energy supply with renewables)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (1 SWS) Vorlesung: Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther Prof. Dr. Johann Jäger Georg Kordowich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	"Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen" beinhaltet wesentliche Themen der Integration von erneuerbaren Energiequellen in die elektrische Energieversorgung. Die Betrachtung erfolgt entlang der Energiekette d.h. von der Energieumwandlung, Energietransport bis zur Energienutzung. Dies umfasst insgesamt die sieben Themenblöcke: Technologien regenerativer Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung, Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen, Netzintegration und Duale Netzplanung, Energieübertragung und Netzregelung, Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz, Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten sowie Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung. Wichtige Fragestellungen der Themenblöcke werden hinsichtlich der Aufgabenstellung der Integration erneuerbaren Energiequellen tiefergehend besprochen und in einen umfassenden Systemzusammenhang gestellt. Die Übung bietet Anwendungsmöglichkeiten der vermittelten Inhalte und Methoden und gibt Einblicke in deren praktischen Umsetzung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die aktuellen Entwicklungen der elektrischen Energieversorgung hinsichtlich der REA-Integration • verstehen den Gesamtzusammenhang der REA-Integration • verstehen wichtige Fragestellungen der Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung • verstehen wichtige Fragestellungen der Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen • verstehen wichtige Fragestellungen der Netzintegration und Duale Netzplanung • verstehen wichtige Fragestellungen der Energieübertragung und Netzregelung • verstehen wichtige Fragestellungen der Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz • verstehen wichtige Fragestellungen der Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten • verstehen wichtige Fragestellungen der Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung hinsichtlich der REA-Integration

		• analysieren Betriebs- und Störungszustände des elektrischen Energieversorgungssystem mit REA • können die erlernten Methoden auf praktische Fragestellungen anwenden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96130	**Elektrische Kleinmaschinen** (Small electrical machines)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor. Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic

		funktionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden, • die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen, • zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen, • unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript Script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96160	**Elektrische Maschinen II** (Electrical machines II)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen II (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen II (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Karsten Knörzer Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*Ziel:* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, den Einfluss höherer Harmonischer im Luftspaltfeld auf das Betriebsverhalten zu bewerten, unterschiedliche elektrische Maschinen hinsichtlich ihres Betriebsverhalten zu analysieren und zu bewerten, einfache Simulationsmodelle für elektrische Maschinen zu entwickeln, sowie den Entwicklungsprozess einer elektrischen Maschine zu analysieren und die Fertigungstechnologien elektrischer Maschinen zu erinnern. *Aim:* After the participation the students are able to evaluate the influence of the higher harmonics of the magnetic air gap field on the operating behaviour, to analyze and to evaluate different electrical machine concepts concerning the operating behaviour, to create simulation models for different electrical machine concepts, to analyze the development process and to remember to production technologies used for electrical machines. *Inhalt:* Physikalische Grundlagen; elektromechanische Energieumformung; Kraft- und Drehmomenterzeugung; Energieeffizienz; Wirkungsgrad; elektromagnetisch gekoppelte Spulen als Elementarmaschine; Aufbau allgemeiner Maschinenmodelle aus Elementarmaschinen; Netzwerktheorie für Maschinenmodelle; Matrizendarstellung;

		Grundwellenbetrachtung; Berücksichtigung höherer Harmonischer; stationäres Betriebsverhalten; dynamisches Betriebsverhalten; Umrichterspeisung; dynamische Simulation; numerische Methoden zur dynamischen Simulation; industrieller Entwicklungs- und Fertigungsprozess;
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • den industriellen Entwicklungsprozess elektrischer Maschinen wiederzugeben und die unterschiedlichen Fertigungstechnologien bei elektrischen Maschinen zu nennen, • die allgemeine Theorie zur Beschreibung des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen, • unterschiedliche Wickelschemata elektrischer Maschinen hinsichtlich der Oberwellenspektren zu klassifizieren und gegenüberzustellen. Sie können die Einflüsse der Oberwellen auf das Betriebsverhalten charakterisieren und Möglichkeiten zur gezielten Beeinflussung des Betriebsverhaltens erschließen, • Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten, • einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung: Elektrische Maschinen I Übung: Elektrische Maschinen I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 92523	**Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik III Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr. Tobias Erlbacher Julian Schwarz	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Neben den Grundkenntnissen in Physik, Chemie und Mathematik sollten die Teilnehmer die Grundlagen der Halbleiterphysik und der Halbleiterbauelemente beherrschen. Es wird empfohlen die Lerninhalte des Moduls "Halbleiterbauelemente" zu Beginn dieser Vorlesung zu wiederholen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0 • Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9 • Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5 • Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5 • Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0 • Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3 • V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

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

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

		• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an. • entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik • wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an • analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen • verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe • entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen • analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen • unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung • verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik • Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich

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

1	**Modulbezeichnung** 96321	**Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung** (National and international electricity industry)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (2 SWS) Vorlesung: Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Michael Richter Prof. Dr. Martin Konermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Konermann
5	**Inhalt**	Wie versorgt sich die wachsende Weltbevölkerung heute und in der Zukunft mit Energie? Welche globalen Auswirkungen haben die Klimagase (u.a. CO2) auf das Weltklima? Welche Lösungsbeiträge ergeben sich aus dem Einsatz von regenerativen Energieformen und welche technischen Herausforderungen sind dabei zu bewältigen? Wie funktioniert die Energieversorgung in Deutschland? Wie ist die deutsche Elektrizitätswirtschaft aufgebaut? Wie sind die Strukturen der internationalen Elektrizitätsversorgung? Dies sind die Fragestellungen, die im ersten Teil der Vorlesung analysiert werden. Im zweiten Teil der Vorlesung werden die betriebswirtschaftlichen Aspekte der Energiewirtschaft behandelt und die wesentlichen Zusammenhänge der Unternehmensführung dargestellt. Wie kann die Wirtschaftlichkeit einer Investition berechnet werden? Welche kaufmännischen Funktionen werden bei der Unternehmensführung benötigt? Bilanz und GuV wofür braucht man das, was kann man daraus über ein Unternehmen erfahren? Was muss man als Ingenieur wissen, um die Arbeiten der Kaufleute verstehen zu können? Diese Zusammenhänge werden dargestellt und anhand von Praxisbeispielen erläutert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der Weltenergiewirtschaft • erläutern den Zusammenhangs von Klimagasen und regenerativen Energieerzeugung • kennen die Strukturen der internationalen Gaswirtschaft • analysieren die Elektrizitätswirtschaft in Deutschland • verstehen die aktuellen Herausforderungen der deutschen Energiewirtschaft insb. durch die Energiewende • beschreiben die Grundlagen der Internationalen Elektrizitätswirtschaft • verstehen die Hintergründe Strategieentwicklung • kennen die im Bereich der Energiewirtschaft üblichen Organisationsstrukturen • erläutern die kaufmännischen Funktionen in Unternehmen • wenden die Grundlagen der Investitionsrechnung auf praxisnahe Beispiele an

		• beschreiben die Grundlagen der Unternehmensbewertung und wenden diese an • erklären und berechnen für die Bilanzanalyse wichtige Kenngrößen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001 Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96870	**Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang** (Power electronics in vehicles and electric powertrains)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V) • Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) • Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen • kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power) • kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen • analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften • kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler) • kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten • kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren • kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene Fachkompetenz Anwenden • Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben • Die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen auslegen

		Analysieren • diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96560	**Linearantriebe** (Linear drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Linearantriebe (2 SWS) Vorlesung: Linearantriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Tavakoli Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	1. Motivation 2. Bauformen 3. Arten von elektrischen Linearmotoren 3.1 Gleichstrom-Linearmotor 3.2 Drehstrom-Linearmotor 4. Regelung 4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss 4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss 4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren 5. Vertikale Kräfte, Randeffekte 6. Positionsmessung (Lage)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen. *Lernziele* *Bauformen:* Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor). *Arten von elektrischen Linearmotoren:* Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von

		Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor. Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wickelungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrastkräften und Nutrastung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen. *Regelung elektrischer Linearmotoren:* Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter. *Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:* Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen. *Möglichkeiten der Positionsmessung:* Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

1	**Modulbezeichnung** 92528	**Numerical Optimization and Model Predictive Control** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control - Exercises (1 SWS) Vorlesung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Paulina Spenger Dr.-Ing. Andreas Völz Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Many problems in economy and industry require an optimal solution under consideration of specific criteria and constraints. From a mathematical point of view, this requires the numerical solution of a parametric optimization problem or a dynamic optimization problem. The latter formulation accounts for the dynamics of the underlying process and is particularly relevant in the context of optimal control and model predictive control (MPC). In summary, the course covers the following topics: • Introduction to and examples of static and dynamic optimization problems • Unconstrained numerical optimization (optimality conditions, numerical methods) • Constrained numerical optimization (linear/quadratic/nonlinear problems, optimality conditions, numerical methods) • Dynamical optimization / optimal control problems (calculus of variations, optimality conditions, PMP, numerical methods) • Nonlinear model predictive control (formulations, stability, real-time solution)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successful completion of the module, students will be able to • differentiate the problem classes of parametric and dynamic optimization • formulate and analyze practical optimization problems • derive and solve the optimality conditions for unconstrained and constrained optimization problems using state-of-the-art software tools • classify the different formulations and stability criteria for nonlinear model predictive control • design a model predictive controller for a given control task and analyze the performance and stability properties in closed loop • realize and implement a real-time MPC for highly dynamical nonlinear systems with sampling times in the (sub)millisecond range using modern state-of-the-art (N)MPC software
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of advanced mathematics (especially linear algebra) Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004 J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006 M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012 C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999 D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999 E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004 L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet. Zu den Aufgaben gehört unter anderem die Erstellung von möglichst genauen Lastprognosen, die Auswahl geeigneter Netzstrukturen, Sternpunktbehandlung und die Koordination des Netzschutzes. Dazu werden sowohl die physikalischen als auch die technischen Kriterien so wie die entsprechenden Kenngrößen und Berechnungsverfahren besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze, • verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen, • analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen, • verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung, • verstehen die Koordination des Netzschutzes, • analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und • wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Thomas Eberle Melanie Lavery	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	ENGLISH DESCRIPTION: • Introduction, motivation • AC vs. DC grids, DC grid topologies • Application examples, voltage levels • Protection and earthing concepts • Control methods for local DC grids • Modeling the frequency characteristic of switch-mode converters • Impedance measuring under load • Stability analysis in DC grids Components of local DC grids: • Battery storages (technologies, technical properties, electrical impedance characteristics and equivalent circuits, battery management, monitoring and protection systems (BMS)) • Regenerative power sources (PV, fuel cells) and their electrical characteristics • Non-isolating DC/DC converters (basic topologies and properties) • Isolating DC converters (basic topologies and properties) • AC/DC converter (basic topologies and properties) • Switches, plugs and protection devices for DC grids • Arc discharges and their characteristics DEUTSCHE INHALTSBESCHREIBUNG Einführung • Netztopologien • Spannungsebenen, Schutz- und Erdungskonzepte • Anwendungsbeispiele Komponenten lokaler Gleichspannungsnetze • Batteriespeicher (Technologien, Eigenschaften, elektrisches Impedanzverhalten, Ersatzschaltbilder, Schutz- und Überwachungsschaltungen)

		• Elektrischen Eigenschaften regenerativer Stromquellen (PV, Brennstoffzellen) • Nicht isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • Isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • AC/DC-Wandler (Grundlagen, Topologien) • Schalter, Stecker und Schutzgeräte für Gleichspannung, Lichtbogeneigenschaften Regelung lokaler Gleichspannungsnetze und Stabilitätsanalyse • Regelverfahren für Gleichspannungsnetze • Verfahren zur Impedanzmessung unter Last • Modellierung des Frequenzverhaltens von Schaltwandlern und Netzen • Analyse des Stabilitätsverhaltens
6	**Lernziele und Kompetenzen**	ENGLISH DESCRIPTION: Students who participate in this course will become familiar with the basics of decentral energy systems, their components and operation. After successfully completing this module, students: • know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios • know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources • know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages • understand the arc problem • know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices • know procedures for controlling decentral DC grids • can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior • know procedures for impedance measurement in grids "under load" • can carry out stability studies on DC grids • are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage During the practicum students learn: • dealing with power electronics measurement equipment • measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit • how to avoid the most common measurement problems • safety rules when dealing with power electronics GERMAN DESCRIPTION:

		Die Studierenden • kennen den Aufbau und die Topologien lokaler Niederspannungs-Gleichstromnetze, die wichtigsten Eigenschaften und Fehlerszenarien • kennen die elektrischen Eigenschaften von Batteriespeichern und regenerativen Stromquellen • kennen die Grundschaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler) • analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile • verstehen die Lichtbogenproblematik • kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten • kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze • können Schaltwandler und Netze bezügliche ihres dynamischen Verhaltens modellieren • kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last" • können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspanungsnetzen durchführen • kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics • Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung

		• "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 96072	**Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS) Exkursion: Kurzexkursion zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (0 SWS) Vorlesung: Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christoph Hahn Johannis Porst	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	• Introduction: Security and sustainability of energy supply • Trends in direct and alternating current transmission: EHV & UHV • Transmission solutions with HVDC and FACTS • Basics of FACTS Flexible AC Transmission Systems • Basics of HVDC High Voltage Direct Current Transmissions • VSCs for Transmission and Specials Grids Basics & Applications • Power Electronics for Distribution and Industrial Systems • Efficiency of electrical power supply • Projects, studies and applications • New trends in VSCs, drives, GIS/HIS, GIL, storage, H2 and HTSC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the power electronic components for the application in 3-phase ac systems, • analyse the scheme of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems • analyse the performance of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems • analyse the control strategies of different technologies of high-voltage direct current transmission (HVDC) and Flexible AC Transmission Systems (FACTS) • apply calculation methods for design and optimisation of power electronic systems • evaluate the potential of power electronic systems for efficiency improvement
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96370	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe** (Pulse-controlled converters for electrical drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS) Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Khoshzaman Dr.-Ing. Jens Igney	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	1. Einleitung 2. Bauelemente 2.1 IGBTs und Dioden 2.2 Entwärmung 2.3 Kondensatoren 3. Theorie selbstgeführter Stromrichter 3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter 3.2 Grundfrequenzsteuerung 3.3 Trägerverfahren 3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation 4. Gleichstromsteller 4.1 Tiefsetzsteller 4.2 Hochsetzsteller 4.3 Zweiquadrantensteller 4.4 Vierquadrantensteller 5. Dreiphasiger Pulsumrichter 5.1 Eingansseitige Gleichrichter 5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom 5.3 Motorseitiger Wechselrichter

		5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom 6. Unerwünschte Effekte 6.1 Niederfrequente Netzharmonische 6.2 Ableitströme und Funkstörspannung 6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen 6.4 Lagerströme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen. **Bauelemente im Pulsumrichter:** Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren. **Theorie selbstgeführter Stromrichter:** Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises. **Gleichstromsteller:** Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Dreiphasige Pulsumrichter:** Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die

		Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Unerwünschte Effekte:** Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Leistungselektronische Grundkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter" • Semikron Applikationshandbuch

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** (Control engineering B (State-space methods))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie. Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Arten regenerativer Energiesysteme, • kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und • verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96420	**Schutz- und Leittechnik** (Protection and control technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schutz- und Leittechnik (2 SWS) Übung: Übungen zu Schutz- und Leittechnik (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Johann Jäger Martin Biller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	"Schutz- und Leittechnik" behandelt die Grundlagen der Schutztechnik für die elektrische Energieversorgung und Teilgebiete der Leittechnik. Schutztechnik ist ein unverzichtbarer Bestandteil der elektrischen Energieversorgung. Ohne Schutztechnik wird kein energietechnische Anlage weltweit in Betrieb genommen. Zunächst werden mögliche fehlerfreie und fehlerbehaftete Netzzustände im Hinblick auf die Verarbeitung in den Schutzgeräten analysiert und analytisch beschrieben. Anschließend werden die wichtigsten Schutzkriterien und algorithmen ohne und mit inhärenter Fehlerortselektivität besprochen und technisch bewertet. Die Schutzgerätetechnik fasst unterschiedliche Schutzkriterien zusammen und passt die Funktionalität an die vorherrschenden Netzverhältnisse an. Darauf aufbauend werden Schutzkonzepte für unterschiedliche Netzstrukturen und die Bedeutung der Koordination der Schutzgeräte untereinander aufgezeigt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Grundlagen der Schutztechnik, • verstehen die Grundlagen der Leittechnik, • verstehen die verschiedenen Methoden der Schutztechnik, • analysieren fehlerfreie und fehlerbehaftete Betriebszustände im System im Hinblick auf die Verarbeitung in Schutzgeräten, • analysieren die wichtigsten Schutzkriterien und -algorithmen und • kennen die aktuellen Entwicklungen auf dem Gebiet der Schutztechnik.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

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

1	**Modulbezeichnung** 96110	**Systemlösungen für die Energiewende** (Systemic aspects of a sustainable energy transformation)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Systemlösungen für die Energiewende (0 SWS) Vorlesung: Systemlösungen für die Energiewende (4 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Elisabeth Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
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**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	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.

1	**Modulbezeichnung** 96480	**Thermische Kraftwerke** (Thermal power plants)	**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. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Es wird das gesamte Spektrum der Wärmekraftwerke sowohl regenerativer als auch fossiler und nuklearer Primärenergiequellen behandelt. Dazu gehören die thermischen Prozesse zur Energieumwandlung in einem Biomassekraftwerk ebenso wie die in einem Braunkohlekraftwerk. Grundlage dafür ist die technische Thermodynamik. Diese dient der Beschreibung der Umwandlungsprozesse von thermischer in mechanische Energie durch die Analyse der unterschiedlichen Erscheinungsformen von Energie und deren Verknüpfungen in Energiebilanzgleichungen. Anschließend werden die physikalischen Eigenschaften so wie die technischen und mathematischen Modelle unterschiedlicher Kraftwerksprozesse und typen besprochen. Das Verständnis zur Prozessoptimierung steht dabei im Vordergrund. Weiterhin werden die Grundprinzipien der Kraftwerkstechnik sowie die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Möglichkeiten zur Nutzung von Primärenergie, • kennen verschiedene thermische Prozesse, • verstehen Kreisprozesse in technischen Anlagen, • verstehen die Grundlagen der Thermodynamik in Bezug auf thermische Kraftwerke, • verstehen die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz, • analysieren anhand mathematischer Berechnungsmethoden die Umwandlungsprozesse in thermischen Kraftwerken und • analysieren die Methoden der Prozessoptimierung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96680	**Thermisches Management in der Leistungselektronik** (Thermal management in power electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Stefanie Büttner Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	• Grundlagen des thermischen Managements • Komponenten des thermischen Managements • Anwendungs- und Auslegungsbeispiele • Bauelemente unter Temperaturbelastung • Thermische Meßtechnik • Elektrisch-thermische Modellierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96062	**Transmission System Operation and Control** (Transmission system operation and control)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmission System Operations and Control (4 SWS) Übung: Übungen zu Transmission System Operations and Control (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther Ananya Kuri David Riebesel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	The lecture gives an overview on the transmission system operations and how to control the system in the growing challenges and changing environment, like continuous development of electricity market, extensive cross-border electricity exchange throughout the continent and rapid growth of generation from intermittent Renewable Energy Sources (RES). This requires a need for close cooperation of the European Transmission System Operators as well as the development and implementation of new tools for system operation including a joint platform of harmonized technical rules. The lecture comprises technical and organizational aspects for interconnected operation including load and frequency control, voltage and reactive power control, load-flow management. Stability issues are investigated based on the analysis of major blackouts. It is explained why and how the electricity market has been implemented. The lecture is given in English since growing cooperation among TSOs and other parties in the electricity sector requires a common technical terminology and communication language.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn the basic relationships in transmission system control, • understand the advantages of interconnected operation, • understand the interplay between grid equipment, • understand the functionality of frequency and voltage control in interconnected systems, • analyse the provision of ancillary services to guarantee a stable and secure operation of interconnected systems, • apply calculation methodologies to practical examples, • analyse current challenges in transmission system control due to the integration of renewables and • analyse the control practises of ancillary service providers to guarantee a stable transmission system operation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik

1	**Modulbezeichnung** 97610	**Laborpraktikum Leistungselektronik** (Laboratory course: Power electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt. Kurzbeschreibung der Versuche: *1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)* In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *2. Dreiphasiger Pulsumrichter* Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird. Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung. *3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen. *4. Flyback-Converter Schaltung* An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden: • kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart • Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen. *5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles* Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen

		• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad • Schaltverhalten von MOSFETS • Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen. *6. CUK - Converter* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung |Leistungselektronik| EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 510068	**Praktikum Automatisierungstechnik** (Laboratory on automation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Automatisierungstechnik (3 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (LSE) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAS): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (LSE) • Durchflussmesstechnik (LSE) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissens aus den automatisierungstechnischen Kernmodulen zur Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik in jeweils zwei beispielhaften technischen Anwendungen an. • interpretieren die anfallenden Beobachtungen und werten die Ergebnisse mit Blick auf die jeweils zur Anwendung gebrachten Methoden und die eingesetzte Gerätetechnik aus. • erwerben praktische Erfahrung im Umgang mit automatisierungstechnischen Methoden und Werkzeugen der Regelungstechnik, Sensorik und elektrischen Antriebstechnik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesungen Regelungstechnik A, Regelungstechnik B, Sensorik sowie Elektrische Antriebstechnik II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Studienleistung, Praktikumsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS weitere Erläuterungen: Die Praktikumsleistung umfasst zum Scheinerwerb zu jedem der Laborversuche die häusliche Vorbereitung, die selbstständige Versuchsdurchführung durch die Gruppe mit Hilfe einer Anleitung sowie die Interpretation der angefallenen Beobachtungen in der Gruppe. Ein nicht erfolgreich absolvierter Versuch kann am Praktikumsende wiederholt werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 532547	**Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Marco Eckstein Shima Khoshzaman Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Veronika Solovieva
5	**Inhalt**	|Kurzbeschreibung der Versuche:| *IGBT* In diesem Versuch wird das Durchlass- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *Betreuer: Shima Khoshzaman, M. Sc. Tiefsetzsteller *In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zweiquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators.* Betreuer: Philipp Sisterhenn, M. Sc. Gleichstromantrieb *Ein Gleichstromantrieb mit zwei gekoppelten Gleichstrommotoren wird untersucht. Ein Gleichstrommotor wird über eine Thyristorbrücke gespeist; der andere über einen Gleichstromsteller.* Betreuer: Marco Eckstein, M. Sc. Befüllautomat *Die Steuerung des Befüllautomaten erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Dazu gehört: Entwerfen eines Ablaufplans zur Realisierung des gewünschten Prozesses (Vorbereitung), Graphische Programmierung der SPS mit der Programmiersprache STEP 7, Testen des programmierten Ablaufes am Modell.* Betreuer: Sara Hosseini, M. Sc.

		Asynchronmaschine mit U/f-Steuerung *Eine Asynchronmaschine wird an einem Stromrichter mit U/f-Steuerung betrieben und durch eine Gleichstrommaschine belastet. Beide Maschinen werden über ein Echtzeitentwicklungssystem gesteuert und geregelt.* Betreuer: Karsten Knörzer, M. Sc. |Das Hauptziel ist die Vertiefung und Festigung des Vorlesungsstoffes von Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik und gewählter Kern- und Vertiefungsmodule der Elektrischen Antriebstechnik. Dazu bauen die Studierenden die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen.|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen: • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 126738	**Praktikum Elektrische Energieversorgung** (Laboratory electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Energieversorgung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Gert Mehlmann
5	**Inhalt**	Für die Versuchsdurchführung steht den Studierenden die Modellanlage für Netz- und Anlagentechnik des Lehrstuhls zur Verfügung, welche aus einer analogen Nachbildung der wichtigsten in der elektrischen Energieversorgung vorkommenden Betriebsmittel im Maßstab 1:1000 besteht. An der Modellanlage untersuchen die Studierenden das Verhalten einzelner Betriebsmittel als auch die Funktion des Gesamtsystems. Weiterhin werden in dem Laborpraktikum fehlerbehaftete Netzzustände untersucht, die in der Praxis unbedingt vermieden werden müssen, wie Kurzschlüsse, Fehlsynchronisation oder Instabilität. Das Modell besteht im Einzelnen aus einer Kraftwerksnachbildung, mehreren Freileitungsnachbildungen, drei Umspannwerken, einer Netzeinspeisung (Verbundnetz) sowie Generator- und Netzschutzeinrichtungen. Für einen Versuch zur Teilverkabelung steht den Studierenden eine Drehstromtafel zur Verfügung, welche die Möglichkeit bietet, Leitungen im Modellmaßstab aufzubauen und deren Betriebsverhalten auf anschauliche Weise zu untersuchen. Abweichend von den Laborversuchen lernen die Studierenden in einem Praktikumsversuch die Grundlagen der stationären Netzsimulation mit Hilfe einer Netzberechnungssoftware. Inhaltlich werden folgende Themen mit jeweils einem Versuch abgedeckt: • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) • Regelung in der elektrischen Energieversorgung • Wirkungsweise des Distanzschutzes • Digitaler Motorschutz • Teilverkabelung einer Höchstspannungs-Drehstrom-Trasse im Modellmaßstab • Digitale Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Das Praktikum soll praxisnah ein breites Themenspektrum der Elektrischen Energieversorgung abdecken • Die Versuche werden in Kleingruppen von maximal fünf Studierenden durchgeführt, um die aktive Mitarbeit aller Praktikumsteilnehmer sicherzustellen • Verglichen mit einer Vorlesung erlaubt die individuelle Betreuung in einem Praktikum gezielt mit den Studierenden zu interagieren und Wissenslücken aktiv zu schließen Die Studierenden

		• analysieren die grundlegenden technischen Zusammenhänge und das Betriebsverhalten von Komponenten elektrischer Energiesysteme • analysieren die Schutzverfahren elektrischer Betriebsmittel • bewerten die Ergebnisse der Versuche gemäß ingenieurswissenschaftlicher Aspekte • entwickeln Regelstrategien für elektrische Energiesysteme und technische Lösungen zu realitätsnahen Problemstellungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es handelt sich um eine Blockveranstaltung die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 836673	**Praktikum Energieelektronik** (Laboratory energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Nikolai Weitz Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. • Leistungshalbleiter • DC-DC-Wandler • Energieeinspeisung aus PV-Quellen • Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern • Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler • können Messmittel der Leistungselektronik anwenden • erproben PV-Module und Batteriespeicher • analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten • können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen "Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung"

1	**Modulbezeichnung** 96531	**Praktikum Transmission System Operations and Control** (Transmission system operations and control)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Transmission System Operations and Control (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	The practical training gives the students the opportunity to get to know the operative business of a TSO. The learning objective is to deepen the contents of the lectures as well as to put them into practice. To this end, students will carry out practical training in cooperation with the TSO - Swissgrid and its transmission system or control room environment. This direct link between theory and practice gives students a comprehensive insight into the state of the art. The work practice will therefore take place on site at Swissgrid. In the context of Europe's security of supply, Swissgrid plays a very important role as a transit country and coordination centre for Southern Europe. This interanationalism and the associated routines of daily business is an aspect that the students should get to know during their internship. Students should learn and recognize how the physical laws of a complex European energy system can be embedded in an operational control room environment through mathematical representation. To this end, the following points are discussed and worked through in groups or individually in connection with Swissgrid: • The load-frequency control complex process from dimensioning of operational reserves until SCADA/EMS systems functionalities. • Implementation of the theory of reactive power / voltage control. • Integration of WAM (PMU-based) system measurements philosophy in the system operation. • Investigation of the related processes: - Long term operational planning process includes the planning of outages and set up the reference model of Swiss transmission system. - In the short term operational planning process the Continental European network model is being merged and checked. • In case of discovered contingencies the remedial actions are proposed and implemented • State estimation calculations in the real-time operation including operational security analysis, real-time congestion management and remedial actions. • Data and information exchange internally and among TSOs in Europe.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Under guidance, gain initial insights and knowledge of the operational processes of TSOs. • Practice-oriented introduction to the future problems of power engineering. • Transformation of the physical phenomena in the control automatics and the actions • Investigation and interpretation of the numerical results with the help of their engineering knowledge • Gain experience in dealing with the complexity of transmission system operation • Development of methodological competence for the processing and provision of complex energy technology topics
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Due to the external venue, the number of participants in this exclusive internship is very limited. In order to guarantee the learning success the corresponding lecture is strictly recommended. If the number of applicants exceeds the number of places available, a decision will be made based on the lecture grades.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik

1	**Modulbezeichnung** 95191	**Hauptseminar Leistungselektronik (BA)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Leistungselektronik (BA) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der Leistungselektronik: • Neuartige Schaltungstopologien und deren Analyse • Moderne Leistungsbauelemente und deren Eigenschaften (Si, SiC, GaN, u.a.) • Regel- und Modulationsverfahren für Schaltwandler • Fragen der Aufbautechnik und Entwärmung in leistungselektronischen Wandlern • RF-Leistungselektronik und geschaltete Verstärker • Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit • Simulation und Modellierung • Anwendungstechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Das Seminar umfasst einen mind. 4-seitigen Bericht im doppelspaltigen IEEE-Format. Am Ende wird das Ergebnis in einem 20 minütigem Vortrag und einer anschließenden Diskussion von 10 Minuten präsentiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 680681	**Seminar Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Antriebstechnik BA (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jens Igney Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Antriebstechnik" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum (Kommilitonen im BA-Studium) auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 397635	**Seminar Elektrische Energieversorgung** (Seminar electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Elektrische Energieversorgung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten: • Stromrichter oder FACTS (Flexible AC Transmission Systems) in elektrischen Energieversorgungsnetzen, • Energiefragen und Energiesparen • Aktuelle Probleme aus der Forschung Die einzelnen Themen und weitere Informationen sind zu finden auf http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/see.shtml
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energieversorgung in der Forschung und der Industrie und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studenten zudem in der Lage: sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 108645	**Seminar Elektrische Maschinen** (Seminar electric machines)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Sara Hosseini Babak Dianati Jaeho Ryu Philipp Sisterhenn Shima Tavakoli	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Maschinen" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag in freier Rede vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern in einem vorgegebenen Zeitrahmen • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen Dies alles geschieht im Rahmen des Themenbereichs "Elektrische Maschinen". Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuell dem/ der Studierenden zugewiesenen Thema erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 812723	**Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung** (Seminar modern trends in electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Johann Jäger Florian Mahr	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten: • Windkraftanlagen • Kernfusion - Energie der Zukunft? • Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) in der elektrischen Energieversorgung • Liberalisierung des Strommarktes • Energiefragen und Energiesparen Die einzelnen Themen und nähere Informationen sind zu finden auf http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung und verstehen die technischen Zusammenhänge moderner Trends in der elektrischen Energieversorgung. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 381473	**Seminar Nachhaltige Energiesysteme** (Seminar sustainable energy systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Nachhaltige Energiesysteme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther David Riebesel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Ausgewählte Themen aus den Bereichen: • Großräumige Übertragungsnetze • Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien • Stabilität im nationalen und internationalen Verbundbetrieb • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung im Kontext zukünftiger Netzstrukturen • Smart Energy Systems • Marktmechanismen in der Stromerzeugung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energiesysteme, verstehen die Anforderungen und die technischen Zusammenhänge nachhaltiger Energiesysteme und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92361	**Smart City: Technologien und Systeme (TuS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Smart City: Technologien und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Themen zur Auswahl: • Toward Location-Enabled IoT (LE-IoT): IoT Positioning Techniques, Error Sources, and Error Mitigation • Positioning Techniques in IoT • Error Sources in IoT Localization • Energy Consumption of eMTC and NB-IoT for Smart City Applications • Vehicular Fog Computing • (C-)V2X • Mioty als sichere Massive IoT/LPWAN Lösung • Open Data • Artificial Intelligence for efficient urban mobility • Augmented / Mixed / Extended Reality • Smart Parking Systems • 5G Private/Campus Networks • Microgrid Technology
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schlüsselwörter: Smart City, IoT, Campusnetze, LPWAN, NB-IoT, Microgrids, Smart Parking, C-V2X, 5G, Augmented / Mixed / Extended Reality, Misty, Vehicular Fog Computing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminararbeit+Vortrag, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) 60% Vortrag: Präsentation (20 Min.) plus Verteidigung (10 Min) 30% Ausarbeitung (7 bis max. 10 Seiten A4) 10% Aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

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

Kernmodule Leistungselektronik

1	**Modulbezeichnung** 96580	**Elektromagnetische Verträglichkeit** (Elektromagnetische Verträglichkeit)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen. Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen: • Symmetrische und asymmetrische Störströme • Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten • Netzfilterdämpfung • Koppelmechanismen • Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen, • die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden, • die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden, • die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92523	**Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik III Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	PD Dr. Tobias Erlbacher Julian Schwarz	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Neben den Grundkenntnissen in Physik, Chemie und Mathematik sollten die Teilnehmer die Grundlagen der Halbleiterphysik und der Halbleiterbauelemente beherrschen. Es wird empfohlen die Lerninhalte des Moduls "Halbleiterbauelemente" zu Beginn dieser Vorlesung zu wiederholen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0 • Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9 • Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5 • Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5 • Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0 • Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3 • V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

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

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

		• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an. • entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der elektrischen Energieversorgung für das Verständnis nötig.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

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

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären, • einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen, • die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren, • die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten, • einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3 [2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4 [3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8 [4] Ulrich Schlienz: Schaltnetzteile und ihre Peripherie. Vieweg, ISBN 3-528-03935-3 [5] Albach M.: Induktivitäten in der Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-15080-8

		[6] Tursky W., Reimann T., et al.: Applikationshandbuch Leistungshalbleiter. Semikron, ISBN 978-3-938843-56-7 [7] Volke A., Hornkamp M.: IGBT Modules. Infineon, ISBN 978-3-00-040134-3 [8] Kenneth L. Kaiser: Electromagnetic Compatibility Handbook. CRC Press, ISBN 0-8493-2087-9 [9] Hofer K.: Moderne Leistungselektronik und Antriebe. VDE-Verlag, ISBN 3-8007-2067-1

1	**Modulbezeichnung** 96370	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe** (Pulse-controlled converters for electrical drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS) Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Khoshzaman Dr.-Ing. Jens Igney	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	1. Einleitung 2. Bauelemente 2.1 IGBTs und Dioden 2.2 Entwärmung 2.3 Kondensatoren 3. Theorie selbstgeführter Stromrichter 3.1 Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter 3.2 Grundfrequenzsteuerung 3.3 Trägerverfahren 3.4 Drehzeiger / Raumzeigermodulation 4. Gleichstromsteller 4.1 Tiefsetzsteller 4.2 Hochsetzsteller 4.3 Zweiquadrantensteller 4.4 Vierquadrantensteller 5. Dreiphasiger Pulsumrichter 5.1 Eingansseitige Gleichrichter 5.2 Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom 5.3 Motorseitiger Wechselrichter

		5.4 Verluste für Pulsumrichter mit sinusförmigen Strom 6. Unerwünschte Effekte 6.1 Niederfrequente Netzharmonische 6.2 Ableitströme und Funkstörspannung 6.3 Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen 6.4 Lagerströme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden konzipieren Gleichstromsteller und Pulsumrichter in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe und Leistungsanforderung. Sie überschauen die möglichen Betriebsarten, wählen geeignete Betriebsarten aus und berechnen die notwendigen Kenngrößen der Bauteile und Baugruppen, die sie anhand der Informationen der Datenblätter auswählen. **Bauelemente im Pulsumrichter:** Die Studierenden beschreiben die wesentlichen Eigenschaften und Funktionsweise der Bauelemente eines Pulsumrichters, wie IGBTs, Dioden und Elektrolyt-Kondensatoren. Sie sind in der Lage, relevante Parameter aus Daten und Kennlinien der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren. **Theorie selbstgeführter Stromrichter:** Die Studierenden erläutern die grundsätzliche Funktionsweise eines Pulswechselrichters und die verschiedenen Verfahren zur Ansteuerung, wie Grundfrequenzsteuerung, Sinus-Dreieck-Modulation und Raumzeigermodulation. Sie berechnen Pulsmuster für die verschiedenen Verfahren und zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises. **Gleichstromsteller:** Die Studierenden erläutern Aufbau und Funktionsweise von Gleichstromstellern. Sie zeichnen die Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Sie berechnen die Verluste, welche in den Leistungshalbleitern entstehen und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Dreiphasige Pulsumrichter:** Die Studierenden benennen die Vorteile und Einsatzbereiche verschiedener Einspeisestromrichter. Sie berechnen die Belastung der Zwischenkreiskondensatoren und die

		Verluste in den Leistungshalbleitern und konzipieren den Leistungskreis und die Kühlung. **Unerwünschte Effekte:** Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Leistungselektronische Grundkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter" • Semikron Applikationshandbuch

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	In "Schaltnetzteile"werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltopologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt. Außerdem werden Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM-Regelung vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: - Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren, - die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zu erarbeiten und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten, - die Notwendigkeit von Netztrennung sowie mögliche Maßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen,
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

Vertiefungsmodule Leistungselektronik

1	**Modulbezeichnung** 96700	**Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit** (Applied electromagnetic compatibility)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Angewandte EMV (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jeannette Konhäuser Dr.-Ing. Daniel Kübrich
5	**Inhalt**	Es werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten, • Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln, • geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Modul EMV
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96020	**Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie** (Selected chapters in switching power supply technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (2 SWS) Übung: Übung zu Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	In dieser Vorlesung werden die weiterführenden Konzepte der Schaltnetzteiltechnologie behandelt. Nach einer kurzen Wiederholung der Schaltverluste werden folgende Methoden zur Reduktion derselben beispielhaft erörtert: - Nicht dissipative Entlastungsnetzwerke - Schalter-resonante Konverter (QRC-ZCS, QRC-ZVS) - Last-resonante Konverter (FHA, eFHA, SPA) - Vollbrücke mit Regelung mittels Phasenverschiebung - PWM-Konverter mit resonanten Schaltübergängen Die Übung vertieft die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden an zusätzlichen Beispielen und demonstriert diese an praktischen Aufbauten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage: • Methoden zur Schaltverlustleistungsreduktion anzuwenden, • die Funktionsweise nicht dissipativer Entlastungsnetzwerke zu analysieren und diese zu entwickeln, • resonante Topologien sowohl der Familie der Schalter- als auch der Last-resonanten Schaltungen zu analysieren sowie die erzielten Ergebnisse zu bewerten, • Schalter-resonante Konverter zu entwickeln, • Berechnungsmethoden im Bereich Last-resonanter Konverter auf Basis verschiedener Designmethoden (FHA, eFHA, SPA) anzuwenden und zu bewerten, • weit verbreitete Konzepte zur Modifikation PWM geregelter Konverter zu verstehen und anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul |Leistungselektronik| Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		5. Bemessung und Auslegung von Anlagen und Betriebsmitteln 6. Leistungselektronische Komponenten 7. Speicher
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die charakteristischen Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme der Primär- und Sekundärtechnik (Freileitungen, Kabel, Transformatoren, Generatoren, Lasten, Kompensationsanlagen, Leistungselektronik, Speicher, Schutzgeräte und weitere), • kennen die Grundsätze bei Planung und Betrieb von elektrischen Anlagen, • verstehen den konstruktiven Aufbau und die grundlegenden Funktionen einzelner Betriebsmittel und Komponenten, • verstehen das Zusammenwirken von Betriebsmitteln und Komponenten in elektrischen Energiesystemen, • wenden die erworbenen Fähigkeiten zur elektrischen Nachbildung von Betriebsmitteln und Komponenten an, • wenden die erworbenen Berechnungsgrundlagen in realitätsnahen Aufgabenstellungen an, • wenden Bemessungsgrundlagen in Anwendungsfällen für Anlagen und Betriebsmittel an und • können die Problemstellungen bei der Planung und dem Betrieb von elektrischen Anlagen verstehen und die Methoden der Lösung anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Herold: Elektrische Energieversorgung II. Parameter elektrischer Stromkreise - Freileitungen und Kabel Transformatoren, J. Schlembach Fachverlag, 2. Auflage, 2008 und 2010. • Oeding, Oswald: Elektrische Kraftwerke und Netze Springer-Verlag, 8. Auflage, 2016. • Schwab, A.: Elektroenergiesysteme, Erzeugung, Transport, Übertragung und Verteilung elektrischer Energie Springer-Verlag, 2.Auflage 2009.

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** (Digital control)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitale Regelung - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Digitale Regelung (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet: • quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer • zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsdifferenzengleichung oder z-Übertragungsfunktion • Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit • Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise. • leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsdifferenzengleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her. • analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen. • entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse. • diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es wird empfohlen folgende UnivIS-Module zu absolvieren, bevor dieses UnivIS-Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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

1	**Modulbezeichnung** 96540	**Elektrische Antriebstechnik I** (Electrical drives I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS) Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Marco Eckstein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	*1. Einleitung* Generelle Aspekte Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems *2. Grundlagen* 2.1 Motor und Lastmaschine 2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe *3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen* *4. Übersicht Drehstromantriebe* *5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)* 5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung 5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom 5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom *6. Netzgeführte Stromrichter* 6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe 6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe 6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis 6.2.2 Direktumrichter *7. Andere Topologien* 7.1 Matrixumrichter

		7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine *8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)* 8.1 Blockschaltbild 8.2 Microcontroller 8.3 PLD, FPGA, ASIC 8.4 Zeitscheiben und Interrupt 8.5 Abtastung *9. Drehzahl- und Positionsgeber* 9.1 Analogtacho 9.2 Impulsgeber 9.3 Resolver
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel:* Die Studierenden sind in der Lage, die Baugruppen antriebstechnischer Systeme von der Mechanik über die Motoren und leistungselektronischer Stellglieder zu benennen und ihren Wirkzusammenhang zu beschreiben. Sie analysieren und berechnen Teilprobleme antriebstechnischer Systeme und erstellen abhängig von vorgegebenen Rahmenbedingungen das Gesamtsystem. *Lernziele:* *Mechanik:* Die Studierenden erkennen antriebstechnische Systeme und zerlegen sie in Arbeits- und Lastmaschine. Sie analysieren antriebstechnische Probleme und erhalten Parameter anhand derer sie Beschleunigungsvorgänge und Drehmomentbelastung der elektrischen Maschinen überprüfen. *Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen:* Die Studierenden analysieren verschiedene Topologien von Gleichstromstellern für Antriebe mit Gleichstrommaschine und leiten die Kennlinien für kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb ab. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe für vorgegebene Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. *Stromrichter mit Gleichspannungs-ZK:* Die Studierenden beurteilen den Stellenwert selbstgeführter Stromrichter in Kombination mit Drehfeldmaschinen im Vergleich zu Gleichstromantrieben. Die Studierenden unterscheiden den Einsatzbereich von

		Raumzeigermodulation, Trägerverfahren, synchronen und optimierten Pulsmustern und konzipieren den geeigneten Modulator in Abhängigkeit der Antriebsaufgabe. Sie berechnen und zeichnen die Pulsmuster für verschiedene Betriebspunkte. *Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromoberschwingungen mit denen sie das Versorgungsnetz belasten. Sie zeichnen Spannungs- und Stromzeitverläufe stationärer Betriebspunkte und berechnen deren Parameter. Die Studierenden wenden die gelernte Vorgehensweise beim Konzipieren komplexer Stromrichter (Stromrichtermotor, Direktumrichter) an. *Weitere Topologien:* Die Studierenden zeichnen Schaltbilder und erläutern die Funktionsweise von seltenen Topologien selbstgeführter Stromrichter. Die Studierenden beurteilen das Prinzip und die Funktionsweise der untersynchronen Stromrichterkaskade. *Digitale Regelung:* Die Studierenden identifizieren die Baugruppen der Regelung in Abbildungen der gegenständlichen Hardware. Sie erstellen Blockschaltbilder für die Signalwege der digitalen Regelung und wählen hierfür abhängig von der antriebstechnischen Aufgabenstellung die geeigneten Bauteile und Baugruppen (Microcontroller, DSP, programmierbare Logik), deren Eigenschaften und jeweiligen Vorzüge sie gegeneinander abwägen. *Drehzahl- und Positionsgeber.* Die Studierenden erstellen Schaltbilder für Signalwege verschiedener Geber abhängig von der Antriebsaufgabe. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Antriebstechnik II*| *Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)* *Regelung der Gleichstrommaschine* *U/f-Steuerung von Drehstromantrieben* *Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber: Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichtermotor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelöschung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom *Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele |*Electrical Drives (Part II)*| *Control of speed-adjustable drives (overview)* *Closed-loop control for DC-drives* *V/f-control for three-phase AC-drives* *Closed-loop control for three-phase AC-drives:* field-orientated closed-loop control with sensor: Asynchronous machine, Permanent-magnet synchronous machine with sinusoidal current, Synchronous machine with electrical excitation; Cyclo-converter; Converter motor; Asynchronous machine with phase-sequence commutation; Permanent-magnet synchronous machine with square wave current *Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples

6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung. *Lernziele:* *Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis. *Feldorientierte Regelung mit Geber:* Die Studierenden erläutern das Prinzip der feldorientierten Regelung im Vergleich mit der Regelung der Gleichstrommaschine und nennen die Schritte beim Erstellen der Regelungsstruktur. Die Studierenden leiten aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine mit Hilfe von Raumzeigertransformation und Koordinatentransformation die Ständer- und Läufergleichungen für ein beliebiges Koordinatensystem ab. Die Studierenden wählen abhängig vom Maschinentyp (Asynchronmaschine, permanenterregte und elektrisch erregte Synchronmaschine) ein Koordinatensystem in dem Fluss und Drehmoment voneinander entkoppelt beeinflussbar sind und erstellen das Blockschaltbild für die Feldorientierte Regelung inklusive der Fluss-Modelle. *Lagegeberlose Regelung:* Die Studierenden nennen die wichtigsten Verfahren der lagegeberlosen Regelung und leiten diese aus den Modellgleichungen der Maschinen ab. Sie erstellen das Blockschaltbild einer testsignalbasierten geberlosen Regelung. Sie unterscheiden die Einsatzbereiche und Grenzen der vorgestellten lagegeberlosen Verfahren. *Direct Torque Control:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der Direct Torque Control und leiten die Modellgleichungen für die Gewinnung des Drehmoment- und Flusssignals aus den allgemeinen Modellgleichungen der Maschine ab. Die Studierenden zeichnen die Ortskurve des Statorflusses in der Raumzeigerebene für typische Betriebspunkte. *Digitale Feldbusse:* Die Studierenden nennen die Struktur und Vorteile der Feldbustechnik im Vergleich zu früheren Automatisierungsstrukturen. Die Studierenden unterscheiden die Merkmale von aktiver und passiver Kopplung, verschiedener Bus-Zugriffsverfahren, Maßnahmen zur Datensicherheit, Möglichkeiten der physikalischen Übertragung und Schnittstellen. Die

		Studierenden nennen und erläutern die Schichten des OSI-Schichten-Referenzmodells. Sie berechnen Prüfsummen. Knowledge and understanding about the closed-loop control of DC-drives, the principle of the field-orientated closed-loop control for three-phase AC drives with examples and additional closed-loop controls for three-phase AC drives, basic knowledge about digital field busses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96130	**Elektrische Kleinmaschinen** (Small electrical machines)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Kleinmaschinen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomenterzeugung, elektromechanische Energiewandlung Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor. Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion Construction, mode of operation and operating behaviour of: universal motor, bell-type armature motor, PM-synchronous machine, split pole motor, condenser motor, switched reluctance machine, stepping motors, claw pole motor *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die unterschiedlichen Maschinenkonzepte für elektrische Kleinmaschinen in ihrer Funktionsweise und ihrem Betriebsverhalten zu analysieren, sowie die Einsatzmöglichkeiten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic

		funktionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die grundlegenden Wirkzusammenhänge bei der Drehmoment- und Kraftentwicklung elektrischer Maschinen wiederzugeben. Unterschiedliche Maschinenvarianten elektrischer Kleinmaschinen können benannt, in ihrem konstruktiven Aufbau gezeichnet und dargelegt werden, • die grundlegenden Theorien und Methoden zur allgemeinen Beschreibung des stationären Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf die einzelnen unterschiedlichen Maschinenkonzepte anzuwenden und für den jeweiligen speziellen Fall zu modifizieren, um daraus das stationäre Betriebsverhalten vorauszusagen, • zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen, • unterschiedliche elektrische Kleinmaschinen hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften zu vergleichen, einzuschätzen und zu beurteilen. Sie können für unterschiedliche anwendungsbezogene Anforderungen Kriterien für die Auswahl einer geeigneten elektrischen Kleinmaschine aufstellen und sich für eine Maschinenvariante entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorlesungsskript Script accompanying the lecture

1	**Modulbezeichnung** 96570	**Elektrische Maschinen I** (Electrical machines I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen I (2 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen I (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Philipp Sisterhenn Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	|*Elektrische Maschinen I*| *Einleitung* *Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanenterregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten *Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine |*Electric machines I*| *Introduction* *DC-motors:* Construction and operating principle, Voltage, torque and power, Commutation and commutating poles, Armature reaction and compensation winding, Permanent-field DC-machine, Circuits and operational behaviour *Three-phase motors:* General aspects to three-phase machines, Rotating field theory, Induction machine with slip ring rotor and squirrel cage rotor, Electrical excited synchronous machine, Permanent-field synchronous machine *Ziel* Die Studierenden sind nach der Teilnahme in der Lage, die Theorie der Entstehung von magnetischen Luftspaltfeldern anzuwenden und deren Eigenschaften zu analysieren, das stationäre Betriebsverhalten der Kommutator-Gleichstrommaschine bei

		verschiedenen Schaltungsvarianten zu analysieren, sowie das stationäre Betriebsverhalten der Asynchronmaschine und der Synchronmaschine zu analysieren und zu bewerten. *Aim:* After the participation the students are able to apply Maxwell´s theory on the creation of magnetic air gap fields, to analyze the air gap field´s properties, to analyze the stationary operating behaviour of the different brushed DC-machines, and to analyze and evaluate the basic stationary operating behaviour of the induction machine and the synchronous machine.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, • die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen, • die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden, • die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrere Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren, • das stationäre Betriebsverhalten der unterschiedlichen Maschinenkonzepte einzuschätzen, Kriterien für die Auswahl elektrischer Maschinen für eine vorliegende Antriebsaufgabe aufzustellen und sich für den speziellen Einsatzfall für eine Maschinenvariante zu entscheiden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

		Script accompanying the lecture

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Darüber hinaus soll die Fähigkeit vermittelt werden, die sich aus der Spannungsbelastung der Betriebsmittel ergebende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe, qualitativ zu bewerten und quantitativ zu ermitteln. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet und es werden analytische und numerische Berechnungsverfahren vermittelt, mit deren Hilfe Grundlagen zur Konstruktion und Wahl der Isolierstoffe abgeleitet werden können. Abschließend werden Verfahren zur Hochspannungserzeugung und die Hochspannungsmess- und Prüftechnik vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik • wenden verschiedene Verfahren zur Berechnung elektrischer Felder an • analysieren und bewerten konstruktive Problemstellungen und die sich ergebenden Beanspruchungen • verstehen die Grundlagen und die physikalischen Hintergründe der elektrischen Festigkeit verschiedener Isolierstoffe • entwickeln mit diesen Erkenntnissen und dem Wissen um die physikalischen Vorgänge bei einem Durchschlag in unterschiedlichen Isoliermedien neue konstruktive und materialtechnische Lösungen • analysieren die Ursachen von Überspannungen in Hochspannungsanlagen • unterscheiden Verfahren zur Hochspannungserzeugung • verstehen die grundlegenden Verfahren der Hochspannungsprüftechnik
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik • Grundlagen der elektrischen Energieversorgung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich

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

1	**Modulbezeichnung** 96870	**Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang** (Power electronics in vehicles and electric powertrains)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V) • Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) • Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen • kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power) • kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen • analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften • kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler) • kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten • kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren • kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene Fachkompetenz Anwenden • Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben • Die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen auslegen

		Analysieren • diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96560	**Linearantriebe** (Linear drives)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Linearantriebe (2 SWS) Vorlesung: Linearantriebe (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Shima Tavakoli Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	1. Motivation 2. Bauformen 3. Arten von elektrischen Linearmotoren 3.1 Gleichstrom-Linearmotor 3.2 Drehstrom-Linearmotor 4. Regelung 4.1 Stromregelung des Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss 4.2 U/f-Steuerung für Drehstrom-Linearmotoren mit konstantem Fluss 4.3 Stromregelung der Drehstrom-Linearmotoren 5. Vertikale Kräfte, Randeffekte 6. Positionsmessung (Lage)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Ziel* Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse und Berechnungsmethoden der drehenden Antriebe auf Linearantriebe zu übertragen (Aufbau der Maschine, Regelungstechnik). Darüber hinaus berechnen sie Randeffekte und vertikale Kräfte, die bei drehenden Maschinen nicht vorkommen. *Lernziele* *Bauformen:* Die Studierenden können die Bauformen von Linearmotoren in ihren wesentlichen Eigenschaften beschreiben (Kurzstator, Langstator, Einzelkamm-Stator, Doppelkamm-Stator, Solenoidmotor). *Arten von elektrischen Linearmotoren:* Die Studierenden können verschiedene Arten an Linearmotoren nennen und erklären (Gleichstrom- und Drehstrom-Linearmotoren). Sie erläutern das Funktionsprinzip der unterschiedlichen Motoren und berechnen die Vorschubkraftbildung. Ausgehend von

		Berechnungen der grundlegenden Kennzahlen konzipieren Sie einen Gleichstromlinearmotor. Die Studierenden erstellen Skizzen der Aufbaumöglichkeiten einer verteilten Zweischichtwicklung im Primärteil von Linearmotoren, leiten davon konstruktive Maßnahmen zur Unterdrückung von Oberwellen ab und skizzieren Querschnitte konkreter Umsetzungen. Sie erstellen Wickelungsschemata und Zonenfolgen verschiedener Linearmotoren. Die Studierenden beschreiben die Effekte und das Zustandekommen von Nutrastkräften und Nutrastung. Sie geben die wesentlichen Eigenschaften (Verluste, Ersatzschaltbilder, Zeigerdiagramme, Aufbau, grundlegende Gleichungen, Kennlinien) von Asynchron- und Synchronlinearmotoren wieder. Sie berechnen Verluste und wesentliche Kennzahlen des stationären Betriebsverhaltens. Sie erstellen Diagramme und Blockschaltbilder, die wesentliche Aspekte des Betriebs der Linearmotoren betreffen. *Regelung elektrischer Linearmotoren:* Die Studierenden konzipieren die Stromregelung eines Gleichstrom-Linearmotors mit konstantem Fluss. Für Drehstrom-Linearmotoren erstellen sie die U/f-Steuerung mit konstantem Fluss sowie die feldorientierten Regelung. Die Studierenden fertigen Blockschaltbilder der unterschiedlichen Regelungs- und Steuerungsarten der verschiedenen Maschinentypen an. Sie berechnen die jeweils benötigten Regelparameter. *Vertikale Kräfte und Randeffekte bei Linearmotoren:* Die Studierenden beschreiben die Entstehung vertikaler Kräfte und Randeffekte der Linearmotoren. Sie führen einfache Berechnungen hierzu durch und konzipieren Abhilfemaßnahmen. *Möglichkeiten der Positionsmessung:* Die Studierenden nennen verschiedene optische Positionsmesssysteme und beschreiben deren Funktionsweise. Sie erklären den Signalweg und berechnen das Signal für einfache Beispiele.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skript

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Thomas Eberle Melanie Lavery	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	ENGLISH DESCRIPTION: • Introduction, motivation • AC vs. DC grids, DC grid topologies • Application examples, voltage levels • Protection and earthing concepts • Control methods for local DC grids • Modeling the frequency characteristic of switch-mode converters • Impedance measuring under load • Stability analysis in DC grids Components of local DC grids: • Battery storages (technologies, technical properties, electrical impedance characteristics and equivalent circuits, battery management, monitoring and protection systems (BMS)) • Regenerative power sources (PV, fuel cells) and their electrical characteristics • Non-isolating DC/DC converters (basic topologies and properties) • Isolating DC converters (basic topologies and properties) • AC/DC converter (basic topologies and properties) • Switches, plugs and protection devices for DC grids • Arc discharges and their characteristics DEUTSCHE INHALTSBESCHREIBUNG Einführung • Netztopologien • Spannungsebenen, Schutz- und Erdungskonzepte • Anwendungsbeispiele Komponenten lokaler Gleichspannungsnetze • Batteriespeicher (Technologien, Eigenschaften, elektrisches Impedanzverhalten, Ersatzschaltbilder, Schutz- und Überwachungsschaltungen)

		• Elektrischen Eigenschaften regenerativer Stromquellen (PV, Brennstoffzellen) • Nicht isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • Isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien) • AC/DC-Wandler (Grundlagen, Topologien) • Schalter, Stecker und Schutzgeräte für Gleichspannung, Lichtbogeneigenschaften Regelung lokaler Gleichspannungsnetze und Stabilitätsanalyse • Regelverfahren für Gleichspannungsnetze • Verfahren zur Impedanzmessung unter Last • Modellierung des Frequenzverhaltens von Schaltwandlern und Netzen • Analyse des Stabilitätsverhaltens
6	**Lernziele und Kompetenzen**	ENGLISH DESCRIPTION: Students who participate in this course will become familiar with the basics of decentral energy systems, their components and operation. After successfully completing this module, students: • know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios • know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources • know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages • understand the arc problem • know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices • know procedures for controlling decentral DC grids • can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior • know procedures for impedance measurement in grids "under load" • can carry out stability studies on DC grids • are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage During the practicum students learn: • dealing with power electronics measurement equipment • measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit • how to avoid the most common measurement problems • safety rules when dealing with power electronics GERMAN DESCRIPTION:

		Die Studierenden • kennen den Aufbau und die Topologien lokaler Niederspannungs-Gleichstromnetze, die wichtigsten Eigenschaften und Fehlerszenarien • kennen die elektrischen Eigenschaften von Batteriespeichern und regenerativen Stromquellen • kennen die Grundschaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler) • analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile • verstehen die Lichtbogenproblematik • kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten • kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze • können Schaltwandler und Netze bezügliche ihres dynamischen Verhaltens modellieren • kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last" • können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspanungsnetzen durchführen • kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics • Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung

		• "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 96072	**Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS) Exkursion: Kurzexkursion zu Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (0 SWS) Vorlesung: Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (2 SWS)	- - 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.Ing. Christoph Hahn Johannis Porst	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	• Introduction: Security and sustainability of energy supply • Trends in direct and alternating current transmission: EHV & UHV • Transmission solutions with HVDC and FACTS • Basics of FACTS Flexible AC Transmission Systems • Basics of HVDC High Voltage Direct Current Transmissions • VSCs for Transmission and Specials Grids Basics & Applications • Power Electronics for Distribution and Industrial Systems • Efficiency of electrical power supply • Projects, studies and applications • New trends in VSCs, drives, GIS/HIS, GIL, storage, H2 and HTSC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know the power electronic components for the application in 3-phase ac systems, • analyse the scheme of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems • analyse the performance of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems • analyse the control strategies of different technologies of high-voltage direct current transmission (HVDC) and Flexible AC Transmission Systems (FACTS) • apply calculation methods for design and optimisation of power electronic systems • evaluate the potential of power electronic systems for efficiency improvement
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** (Control engineering B (State-space methods))	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) - Übungen (2 SWS) Vorlesung: Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (2 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen	

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

		• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994 • H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie. Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Arten regenerativer Energiesysteme, • kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme, • analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und • verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96440	**Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen** (Simulation and control of switching power supplies)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (2 SWS) Vorlesung: Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Eva Schmidt Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	Im ersten Teil des Moduls werden sowohl notwendige Grundlagen als auch mögliche Simulationsstrategien und Tools erläutert. Im Einzelnen wird auf folgende Punkte eingegangen: - Analytische Simulation von PWM-Konvertern - Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme von gemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM) - Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum (Discrete Modelling) - Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste Im zweiten Teil des Moduls werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben. Der zweite Teil des Moduls gliedert sich wie folgt: Anwendung von ASM und ASIM zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion Mittelung im Zustandsraum (State-Space-Averaging) zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion • Regelung mit unterlagerter Stromregelung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: Schaltnetzteiltopologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen,

PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren,

Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen,

die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern,

PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren,

die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen,

die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern,

den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren,

beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren,

Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen,

Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen,

Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten,

Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben,

den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen,

Kleinsignalübertragungsfunktionen durch geeignete, dem jeweiligen Modell angepasste Simulationen (Zeit-/Frequenzbereich) zu bestimmen,

Kleinsignalübertragungsfunktionen mittels der Methode der Mittelung im Zustandsraum für den kontinuierlichen und diskontinuierlichen Betrieb bestimmen,

		eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren, die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten, Vorteile einer unterlagerten Stromregelung zu erläutern sowie die Ursachen möglicher Instabilitäten und deren Vermeidung zu erklären, notwendige Kennwerte für den eigenständigen Vergleich einer Vielfalt möglicher, auch bis dato dem Studierenden unbekannter Topologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen auszuarbeiten und so neue leistungselektronische Systeme basierend auf den gewonnenen Erkenntnissen zu gestalten, die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden, die Ergebnisse der Optimierung im Hinblick auf die aufgestellten Kriterien zu gewichten und den geeigneten Kandidaten auszuwählen, die notwendigen Simulationen entlang des gesamten Entwicklungsprozesses leistungselektronischer Systeme zu konzipieren, neue leistungselektronische Systeme zu entwickeln und somit die Herstellung neuer Produkte mit zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul |Leistungselektronik| Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitende Arbeitsblätter und in diesen angegebene Literatur

1	**Modulbezeichnung** 96480	**Thermische Kraftwerke** (Thermal power plants)	**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. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Es wird das gesamte Spektrum der Wärmekraftwerke sowohl regenerativer als auch fossiler und nuklearer Primärenergiequellen behandelt. Dazu gehören die thermischen Prozesse zur Energieumwandlung in einem Biomassekraftwerk ebenso wie die in einem Braunkohlekraftwerk. Grundlage dafür ist die technische Thermodynamik. Diese dient der Beschreibung der Umwandlungsprozesse von thermischer in mechanische Energie durch die Analyse der unterschiedlichen Erscheinungsformen von Energie und deren Verknüpfungen in Energiebilanzgleichungen. Anschließend werden die physikalischen Eigenschaften so wie die technischen und mathematischen Modelle unterschiedlicher Kraftwerksprozesse und typen besprochen. Das Verständnis zur Prozessoptimierung steht dabei im Vordergrund. Weiterhin werden die Grundprinzipien der Kraftwerkstechnik sowie die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Möglichkeiten zur Nutzung von Primärenergie, • kennen verschiedene thermische Prozesse, • verstehen Kreisprozesse in technischen Anlagen, • verstehen die Grundlagen der Thermodynamik in Bezug auf thermische Kraftwerke, • verstehen die Regelung von Kraftwerken im Verbundnetz, • analysieren anhand mathematischer Berechnungsmethoden die Umwandlungsprozesse in thermischen Kraftwerken und • analysieren die Methoden der Prozessoptimierung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96680	**Thermisches Management in der Leistungselektronik** (Thermal management in power electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Stefanie Büttner Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	• Grundlagen des thermischen Managements • Komponenten des thermischen Managements • Anwendungs- und Auslegungsbeispiele • Bauelemente unter Temperaturbelastung • Thermische Meßtechnik • Elektrisch-thermische Modellierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Für die Leistungselektronik ist das Thema Entwärmung von essentieller Bedeutung, vor allem mit Blick auf Zuverlässigkeit, Lebensdauer oder erzielbare Leistungsdichte. Die Studierenden können die Grundlagen der Entwärmung leistungselektronischer Systeme erklären. Ausgehend von den Gesetzen des Wärmetransports und den Materialeigenschaften werden Entwärmungstechniken auf Bauteil-, Schaltungsträger- und Systemebene behandelt, begleitet durch ausgewählte Anwendungs- und Auslegungsbeispiele. Die Studierenden können die für thermische Berechnungen relevanten Angaben aus Datenblättern interpretieren, lernen thermische Ersatzschaltbilder und Verfahren zu deren Parameterisierung sowie Verfahren zur Simulation transienter thermischer Vorgänge kennen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96062	**Transmission System Operation and Control** (Transmission system operation and control)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmission System Operations and Control (4 SWS) Übung: Übungen zu Transmission System Operations and Control (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther Ananya Kuri David Riebesel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	The lecture gives an overview on the transmission system operations and how to control the system in the growing challenges and changing environment, like continuous development of electricity market, extensive cross-border electricity exchange throughout the continent and rapid growth of generation from intermittent Renewable Energy Sources (RES). This requires a need for close cooperation of the European Transmission System Operators as well as the development and implementation of new tools for system operation including a joint platform of harmonized technical rules. The lecture comprises technical and organizational aspects for interconnected operation including load and frequency control, voltage and reactive power control, load-flow management. Stability issues are investigated based on the analysis of major blackouts. It is explained why and how the electricity market has been implemented. The lecture is given in English since growing cooperation among TSOs and other parties in the electricity sector requires a common technical terminology and communication language.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn the basic relationships in transmission system control, • understand the advantages of interconnected operation, • understand the interplay between grid equipment, • understand the functionality of frequency and voltage control in interconnected systems, • analyse the provision of ancillary services to guarantee a stable and secure operation of interconnected systems, • apply calculation methodologies to practical examples, • analyse current challenges in transmission system control due to the integration of renewables and • analyse the control practises of ancillary service providers to guarantee a stable transmission system operation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laborpraktika Leistungselektronik

1	**Modulbezeichnung** 624171	**EMV-Praktikum** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: EMV-Praktikum (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung |Elektromagnetische Verträglichkeit| • Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 92518	**Laborpraktikum Halbleitertechnologie** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Halbleitertechnologie (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker Anne-Marie Lang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker
5	**Inhalt**	Das Praktikum Halbleitertechnologie vermittelt einen ersten praktischen Einstieg in die Halbleitertechnologie. Im Verlauf des Herstellungsprozesses einer Solarzelle werden die Herstellungsschritte Oxidation, Implantation, Lithographie, Ätzen und Metallisierung durchgeführt. Darüber hinaus werden wichtige Messverfahren zur Prozesskontrolle wie Schichtdickenmessverfahren, Schichtwiderstandsmessverfahren vorgestellt und zum Schluss die hergestellten Solarzellen an Hand ihrer Strom/Spannungs-Kennlinie elektrisch charakterisiert (Wirkungsgrad etc.).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen verstehen die Funktionsweise von Solarzellen Anwenden können typische Prozessgeräte und Methoden der Prozesskontrolle in einer Halbleiterfertigung erklären Analysieren sind in der Lage, verschiedene Technologieschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu analysieren Lern- bzw. Methodenkompetenz sammeln praktische Erfahrung im Umgang mit Halbleiterscheiben unter den besonderen Arbeitsbedingungen eines Reinraumes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen • Modul HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Praktikumsskripte • Unterlagen zu den Modulen |HLT I - Technologie integrierter Schaltungen| und |HL I - Bipolartechnik| (am Lehrstuhl erhältlich) • Götzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: Sonnenenergie: | Photovoltaik|, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994

1	**Modulbezeichnung** 97610	**Laborpraktikum Leistungselektronik** (Laboratory course: Power electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Leistungselektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Die Versuche 1-3 werden vom Lehrstuhl EAM, die Versuche 4-6 vom Lehrstuhl EMF durchgeführt. Kurzbeschreibung der Versuche: *1. Eigenschaften eines Insulated Gate Bipolar Transistors (IGBT)* In diesem Versuch wird das Durchlaß- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *2. Dreiphasiger Pulsumrichter* Über einen dreiphasigen Pulsumrichter mit U/f-Steuerung wird eine Asynchronmaschine gespeist, die von einer Gleichstrommaschine belastet wird. Untersucht werden die Netzspannungen und -ströme, die Motorspannungen und -ströme und interne Größen des Pulsumrichters bei Variation der Belastung. *3. Unterbrechungsfreie Stromversorgung (Online) (USV)* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer serienmäßigen USV bei verschiedenen Netzstörungen und Belastungen. *4. Flyback-Converter Schaltung* An einer hochfrequent getakteten dc-dc Schaltung mit galvanischer Trennung von Eingangs- und Ausgangsspannung sollen Untersuchungen zu den folgenden Themen durchgeführt werden: • kontinuierliche bzw. diskontinuierliche Betriebsart • Realisierung mehrerer Ausgangsspannungen. *5. Analyse eines dc-dc Schaltnetzteiles* Untersucht werden sollen Fragestellungen aus den Bereichen

		• Verlustmechanismen / Wirkungsgrad • Schaltverhalten von MOSFETS • Reduzierung von unerwünschten Oszillationen und Überspannungen. *6. CUK - Converter* Untersucht wird das Betriebsverhalten einer CUK-Converter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise selbst auf und führen Messungen durch. Evaluieren (Beurteilen) Die Messergebnisse werden mit Vorlesung und Übung verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung |Leistungselektronik| EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 532547	**Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Antriebstechnik BA (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Veronika Solovieva Philipp Sisterhenn Marco Eckstein Shima Khoshzaman Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Veronika Solovieva
5	**Inhalt**	|Kurzbeschreibung der Versuche:| *IGBT* In diesem Versuch wird das Durchlass- und Schaltverhalten eines IGBT und der antiparallelen Freilaufdiode bei Variation von Parametern, wie Gatewiderstand, Streuinduktivität usw., untersucht. *Betreuer: Shima Khoshzaman, M. Sc. Tiefsetzsteller *In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zweiquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators.* Betreuer: Philipp Sisterhenn, M. Sc. Gleichstromantrieb *Ein Gleichstromantrieb mit zwei gekoppelten Gleichstrommotoren wird untersucht. Ein Gleichstrommotor wird über eine Thyristorbrücke gespeist; der andere über einen Gleichstromsteller.* Betreuer: Marco Eckstein, M. Sc. Befüllautomat *Die Steuerung des Befüllautomaten erfolgt über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS). Dazu gehört: Entwerfen eines Ablaufplans zur Realisierung des gewünschten Prozesses (Vorbereitung), Graphische Programmierung der SPS mit der Programmiersprache STEP 7, Testen des programmierten Ablaufes am Modell.* Betreuer: Sara Hosseini, M. Sc.

		Asynchronmaschine mit U/f-Steuerung *Eine Asynchronmaschine wird an einem Stromrichter mit U/f-Steuerung betrieben und durch eine Gleichstrommaschine belastet. Beide Maschinen werden über ein Echtzeitentwicklungssystem gesteuert und geregelt.* Betreuer: Karsten Knörzer, M. Sc. |Das Hauptziel ist die Vertiefung und Festigung des Vorlesungsstoffes von Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik und gewählter Kern- und Vertiefungsmodule der Elektrischen Antriebstechnik. Dazu bauen die Studierenden die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen.|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Wissen: • ° Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 126738	**Praktikum Elektrische Energieversorgung** (Laboratory electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Elektrische Energieversorgung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Gert Mehlmann
5	**Inhalt**	Für die Versuchsdurchführung steht den Studierenden die Modellanlage für Netz- und Anlagentechnik des Lehrstuhls zur Verfügung, welche aus einer analogen Nachbildung der wichtigsten in der elektrischen Energieversorgung vorkommenden Betriebsmittel im Maßstab 1:1000 besteht. An der Modellanlage untersuchen die Studierenden das Verhalten einzelner Betriebsmittel als auch die Funktion des Gesamtsystems. Weiterhin werden in dem Laborpraktikum fehlerbehaftete Netzzustände untersucht, die in der Praxis unbedingt vermieden werden müssen, wie Kurzschlüsse, Fehlsynchronisation oder Instabilität. Das Modell besteht im Einzelnen aus einer Kraftwerksnachbildung, mehreren Freileitungsnachbildungen, drei Umspannwerken, einer Netzeinspeisung (Verbundnetz) sowie Generator- und Netzschutzeinrichtungen. Für einen Versuch zur Teilverkabelung steht den Studierenden eine Drehstromtafel zur Verfügung, welche die Möglichkeit bietet, Leitungen im Modellmaßstab aufzubauen und deren Betriebsverhalten auf anschauliche Weise zu untersuchen. Abweichend von den Laborversuchen lernen die Studierenden in einem Praktikumsversuch die Grundlagen der stationären Netzsimulation mit Hilfe einer Netzberechnungssoftware. Inhaltlich werden folgende Themen mit jeweils einem Versuch abgedeckt: • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) • Regelung in der elektrischen Energieversorgung • Wirkungsweise des Distanzschutzes • Digitaler Motorschutz • Teilverkabelung einer Höchstspannungs-Drehstrom-Trasse im Modellmaßstab • Digitale Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Das Praktikum soll praxisnah ein breites Themenspektrum der Elektrischen Energieversorgung abdecken • Die Versuche werden in Kleingruppen von maximal fünf Studierenden durchgeführt, um die aktive Mitarbeit aller Praktikumsteilnehmer sicherzustellen • Verglichen mit einer Vorlesung erlaubt die individuelle Betreuung in einem Praktikum gezielt mit den Studierenden zu interagieren und Wissenslücken aktiv zu schließen Die Studierenden

		• analysieren die grundlegenden technischen Zusammenhänge und das Betriebsverhalten von Komponenten elektrischer Energiesysteme • analysieren die Schutzverfahren elektrischer Betriebsmittel • bewerten die Ergebnisse der Versuche gemäß ingenieurswissenschaftlicher Aspekte • entwickeln Regelstrategien für elektrische Energiesysteme und technische Lösungen zu realitätsnahen Problemstellungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es handelt sich um eine Blockveranstaltung die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 836673	**Praktikum Energieelektronik** (Laboratory energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Energieelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Nikolai Weitz Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	In fünf Versuchen werden folgende Themen behandelt. • Leistungshalbleiter • DC-DC-Wandler • Energieeinspeisung aus PV-Quellen • Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern • Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren die Funktionsweise leistungselektronischer Komponenten und Wandler • können Messmittel der Leistungselektronik anwenden • erproben PV-Module und Batteriespeicher • analysieren das Zusammenspiel zwischen leistungselektronischen Komponenten, speisenden Quellen und Lasten in Gleichstromnetzen und identifizieren kritische Betriebsarten • können in Gruppen kooperativ und verantwortlich arbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Vorbereitende Literatur: Skripte zu den Vorlesungen "Leistungselektronik" und "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung"

1	**Modulbezeichnung** 92504	**Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	• Selbständige Implementierung von numerischen Algorithmen sowie Anwendung von kommerziellen Simulationswerkzeugen am Beispiel der Halbleiterbauelemente • Grundlagen der numerischen Simulation von Kontinuumsgleichungen am Beispiel des Halbleitertransports
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Lösungen partieller Differentialgleichunssysteme unter Verwendung der finiten Volumen sowie der finiten Differenzen • Interpretation und Beurteilung von Simulationsergebnissen anhand von Stromtransport in Halbleitern • Bedienung von kommerziellen Simulationswerkzeugen, inkl. Gemeotrieerzeugung, Diskretisierung, Parameter-Datenbanken, sowie Visualisierung von Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices • J. Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics

		• Vorlesungsskript

Hauptseminare Leistungselektronik

1	**Modulbezeichnung** 92505	**Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	Erarbeitung und Präsentation von physikalischen Modellen und numerischen Methoden für die Simulation von (opto-)elektronischen Bauelementen. *Ablauf eines Seminars* |Organisation des Seminars| Die Vergabe der angebotenen Vortragsthemen erfolgt im Rahmen des Vorbesprechungstermins. Die einzelnen Vortragstermine werden in der Vorbesprechungsrunde festgelegt. Die Seminartermine sind typischerweise Doppeltermine mit zwei Vorträgen und dazugehöriger Diskussion. Die Dauer des Seminarvortrags beträgt 30 Minuten. Im Anschluss an den Vortrag sind weitere 15 Minuten zur Diskussion und Beantwortung von Fragen vorgesehen. Der Besuch aller Seminarvorträge ist für die Seminarteilnehmer zum Erhalt des Scheins Pflicht. |Einführung in die Vortragstechnik| In einer der ersten Vorlesungswochen findet ein Pflichttermin für alle Seminarteilnehmer statt, an dem von einem Mitarbeiter eine einführende Präsentation zum Thema Vortragstechnik" gehalten wird. Dieser Vortrag soll den Seminarteilnehmern einen Einblick in Präsentationsgrundlagen und in die Gestaltung von Vortragsmedien vermitteln. |Schriftliche Ausarbeitung| Spätestens zwei Wochen vor dem Seminarvortrag muss die schriftliche Ausarbeitung zum Seminarthema abgeben werden. Diese sollte einen Umfang von 10 15 Seiten aufweisen. Die Ausarbeitung ist in Fließtext anzufertigen, d.h. das Abdrucken der kommentierten Präsentationsfolien ist nicht zulässig. Zwei Muster-Ausarbeitungen können dazu als PDF-Datei von der Lehrstuhl-Homepage heruntergeladen werden. Die äußere Form der Ausarbeitung wird als ein Kriterium bei der Gesamtbewertung der Seminarteilnahme herangezogen. Zusätzliche Punkte für die Bewertung des Seminarbeitrags sind: - Präsentationsfolien

		- Arbeitsweise und fachlicher Inhalt - Vortrag - Diskussion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Kenntnisse über zeitgemäße Verfahren für die numerische Modellierung von Halbleiterbauelementen. • Wissen über die Anwendung und den Gültigkeitsbereich dieser Modellierungsmethoden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wissenschaftliche Artikel zu den einzelnen Themen (werden z.T. vom Dozenten ausgegeben)

1	**Modulbezeichnung** 868461	**Hauptseminar ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie** (Advanced seminar: Selected chapters in switching power supply technology)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar über ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	Es werden wechselnde Themen aus dem Gebiet der Schaltnetzteiltechnologien und deren Anwendungen behandelt. Themen werden in der Vorbesprechung diskutiert. Teilnehmer haben die Chance auf Wunsch eigene Themen einzubringen.
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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul |Leistungselektronik| Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97840	**Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit** (Advanced seminar: Electromagnetic compatibility)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar "Elektromagnetische Verträglichkeit" (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Daniel Kübrich	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb eines stetig wechselnden Schwerpunktthemas im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit an. Themengebiete sind beispielsweise: • abgestrahlte elektromagnetische Störungen • Aufbau und Einsatz von Filtern • Störfestigkeitsgesichtspunkte für praktische Schaltungen
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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul EMV
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zum Modul „Elektromagnetische Verträglichkeit“ • Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien • Technische Literatur im Themengebiet

1	**Modulbezeichnung** 95191	**Hauptseminar Leistungselektronik (BA)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Leistungselektronik (BA) (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Eberle Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März Nikolai Weitz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der Leistungselektronik: • Neuartige Schaltungstopologien und deren Analyse • Moderne Leistungsbauelemente und deren Eigenschaften (Si, SiC, GaN, u.a.) • Regel- und Modulationsverfahren für Schaltwandler • Fragen der Aufbautechnik und Entwärmung in leistungselektronischen Wandlern • RF-Leistungselektronik und geschaltete Verstärker • Aspekte der elektromagnetischen Verträglichkeit • Simulation und Modellierung • Anwendungstechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Das Seminar umfasst einen mind. 4-seitigen Bericht im doppelspaltigen IEEE-Format. Am Ende wird das Ergebnis in einem 20 minütigem Vortrag und einer anschließenden Diskussion von 10 Minuten präsentiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 10 h Eigenstudium: 65 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 680681	**Seminar Elektrische Antriebstechnik BA** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Antriebstechnik BA (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jens Igney Sara Hosseini	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jens Igney
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Antriebstechnik" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum (Kommilitonen im BA-Studium) auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 397635	**Seminar Elektrische Energieversorgung** (Seminar electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Elektrische Energieversorgung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten: • Stromrichter oder FACTS (Flexible AC Transmission Systems) in elektrischen Energieversorgungsnetzen, • Energiefragen und Energiesparen • Aktuelle Probleme aus der Forschung Die einzelnen Themen und weitere Informationen sind zu finden auf http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/see.shtml
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energieversorgung in der Forschung und der Industrie und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studenten zudem in der Lage: sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 108645	**Seminar Elektrische Maschinen** (Seminar electric machines)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Elektrische Maschinen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Sara Hosseini Babak Dianati Jaeho Ryu Philipp Sisterhenn Shima Tavakoli	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Das Seminar behandelt wechselnde Themen aus dem Bereich "Elektrische Maschinen" und angrenzenden Bereichen. Die Teilnehmer arbeiten sich selbständig anhand wissenschaftlicher Literatur in das Ihnen zugewiesene Thema ein. Hierbei werden sie von einem wissenschaftlichen Mitarbeiter betreut. Sie erstellen eine schriftliche Ausarbeitung und halten einen Vortrag vor Lehrenden und Kommilitonen. Besonderes Gewicht liegt auf der Präsentation und der anschließenden Diskussion. Die Teilnehmer sind verpflichtet, sich an der Diskussion zu den Vorträgen ihrer Kommilitonen mit Fragen zu beteiligen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • recherchieren wissenschaftliche und nichtwissenschaftliche Literatur • ordnen, gewichten und bewerten die Inhalte in Bezug auf das zugewiesene Thema • bereiten die Inhalte gemäß dem Zielpublikum auf • erstellen eine schriftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien für wissenschaftliche Fachartikel • präsentieren das Thema in einem Vortrag in freier Rede vor allen anderen Teilnehmern und wissenschaftlichen Mitarbeitern in einem vorgegebenen Zeitrahmen • beantworten kompetent und sicher die fachspezifischen Fragen der Kommilitonen und des übrigen Publikums • erbringen reflexive Diskussionsleistung zu den Vorträgen der Kommilitonen Dies alles geschieht im Rahmen des Themenbereichs "Elektrische Maschinen". Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuell dem/ der Studierenden zugewiesenen Thema erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 630640	**Seminar Grundlegende Aspekte der getakteten Stromversorgungen** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar Grundlegende Aspekte der getakteten Stromversorgungen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum
5	**Inhalt**	Es werden wechselnde Themen aus dem Gebiet der in der Vorlesung Leistungselektronik vorgestellten getakteten Spannungswandler behandelt. Die Themen werden in der Vorbesprechung diskutiert. Teilnehmer haben die Chance auf Wunsch eigene, geeignete Themen einzubringen.
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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorbereitende Startliteratur für jedes Seminar neu festgelegt.

1	**Modulbezeichnung** 812723	**Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung** (Seminar modern trends in electrical power systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Johann Jäger Florian Mahr	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Johann Jäger
5	**Inhalt**	Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten: • Windkraftanlagen • Kernfusion - Energie der Zukunft? • Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) in der elektrischen Energieversorgung • Liberalisierung des Strommarktes • Energiefragen und Energiesparen Die einzelnen Themen und nähere Informationen sind zu finden auf http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung und verstehen die technischen Zusammenhänge moderner Trends in der elektrischen Energieversorgung. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 75 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 381473	**Seminar Nachhaltige Energiesysteme** (Seminar sustainable energy systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Nachhaltige Energiesysteme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther David Riebesel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Ausgewählte Themen aus den Bereichen: • Großräumige Übertragungsnetze • Integration der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien • Stabilität im nationalen und internationalen Verbundbetrieb • Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung im Kontext zukünftiger Netzstrukturen • Smart Energy Systems • Marktmechanismen in der Stromerzeugung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen aktuelle Herausforderungen auf dem Gebiet elektrischer Energiesysteme, verstehen die Anforderungen und die technischen Zusammenhänge nachhaltiger Energiesysteme und verstehen das Zusammenspiel aus technischen, gesellschaftlichen, umwelttechnischen Anforderungen der Zukunft. Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 749172	**Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik** (selected aspects of energy electronics)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar über ausgewählte Aspekte der elektrischen Energietechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Nikolai Weitz Stefanie Büttner Madlen Hoffmann Thomas Eberle Melanie Lavery Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Eberle
5	**Inhalt**	Das Seminar adressiert ein breites Themenspektrum aus dem Bereich der elektrischen Energietechnik: • Regelverfahren, Stabilitäts- und Fehlerbetrachtungen in Gleichspannungsnetzen • Schutztechnik in Gleichspannungsnetzen • Netzintegration von Speichern, elektrischen Quellen (Brennstoffzellen, Photovoltaik), Verbrauchern, Prosumern und Elektrofahrzeugen • Kopplung unterschiedlicher Netze • Systemtechnik Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung wird das gewählte Thema unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet. Die Erkenntnisse sind in einem mind. 4-seitigen Dokument zusammenzufassen und im Rahmen eines 20-minütigen Vortrags zu präsentieren. An den Vortrag schließt sich eine 10-minütige Diskussion an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Fähigkeit, ein Thema aufzubereiten, Recherchen durchzuführen, die Erkenntnisse zu strukturieren und verständlich zu präsentieren • erlernen die Fähigkeit, ihre Ergebnisse in einem wissenschaftlichen Format zu Papier zu bringen • erlangen grundlegende Kenntnisse in Präsentationstechniken • gewinnen Erfahrung im Vortrag vor Publikum • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren, technische Sachverhalte zu diskutieren und wertschätzendes Feedback zu geben Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I+II, Leistungselektronik, Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Kernmodule Mikroelektronik

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Feldeffekttransistor • Verstärker, Leistungsverstärker • Nichtlinearität und Verzerrung • Filtertheorie • Realisierung von Filtern • Intrinsisches Rauschen (Konzepte) • Physikalische Rauschursachen • Rauschparameter • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen (PLLs)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Analogschaltungen zu erklären • Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne • Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen • Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten • Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen • Die Studierenden sind in der Lage komplexe Analogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren • Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang • Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme** (Digitale elektronische Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Albert-Marcel Schrotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen • Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern • Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren • Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren • Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

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

1	**Modulbezeichnung** 96590	**Entwurf integrierter Schaltungen I** (Design of integrated circuits I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Entwurf Integrierter Schaltungen I (4 SWS) Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen I (SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler Florian Deeg Tobias Rumpel	

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

		zwischen technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten der Halbleiterfertigung. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten. Learning objectives and competencies: Understand • gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18µm-0.13µm), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing. Evaluate (Assess) • Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Literatur: D. A. Hodges, H. G. Jackson, R. A. Saleh, Analysis and Design of Digital Integrated Circuits, McGraw-Hill, 3rd Ed 2004

1	**Modulbezeichnung** 96190	**Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen** (Design of integrated circuits II/technology of integrated circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (2 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (3 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jannik Schwarberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt. Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden • beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte • erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen Evaluieren (Beurteilen)

		• ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten • sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000 • Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

1	**Modulbezeichnung** 92521	**Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (HL I)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (2 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnik I - Bipolartechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Jannik Schwarberg Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	• Beschreibung eines psn-Übergangs im thermodynamischen Gleichgewicht (Raumladungszonen, Poisson-Gleichung, Depletion-Näherung und Built-in-Spannung), • Beschreibung eines psn-Übergangs im Nicht-Gleichgewicht (I-U-Charakterisitik des idealen pn-Übergangs, Rekombinationsmechanismen in pn-Übergängen, I-U-Charakterisitik des realen pn-Übergangs, Durchbruchmechanismen in pn-Übergängen), • Dioden-Spezialformen: Schottky-Diode und Ohmscher Kontakt, Z-Dioden (Zener-Diode und Avalanche-Diode), IMPATT-Diode (Impact-Ionization-Avalanche-Transit-Time-Diode), Gunn-Diode, Uni-Tunneldiode, Esaki-Tunneldiode, Shockley-Diode, DIAC (Diode for Alternating Current), • Aufbau und Funktionsweise von Bipolar- und Heterobiplartransistoren: Ideales und reales Verhalten und Hochfrequenzbetrieb, • Thyristor und lichtgezündeter Thyristor, TRIAC (Triode for Alternating Current). Als Ausblick wird zum Schluss der Vorlesung auf Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate wie dem Gate-Turn-Off-Thyristor (GTO-Thyristor) und dem Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)und auf BiCMOS-Schaltungen eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis der mathematisch-physikalischen Grundlagen der Bauelement-Modellierung, kennen die ideale und die reale Funktionsweise und den Aufbau diverser Halbleiterdioden und haben ein umfassendes Verständnis vom Aufbau und vom idealen/ realen Verhalten eines Bipolar- und eines Heterobipolartransistors. Darüber hinaus kennen sie die prinzipielle Funktionsweise von Thyristoren und haben erste Grundkenntnisse von der Funktionsweise von Leistungsbipolartransistoren mit isoliertem Gate und von BiCMOS-Schaltungen (BiCMOS: Schaltungstechnik, bei der Bipolar- und Feldeffekttransistoren miteinander kombiniert werden). Außerdem kennen sie die prinzipiellen Herstellungsprozessabläufe moderner Bipolar- und BiCMOS-Prozesse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Schaumburg: Halbleiter, Teubner Verlag, 1991 • Löcherer: Halbleiterbauelemente, Teubner Verlag, 1992 • Thuselt: Physik der Halbleiterbauelemente, Springer Verlag, 2005 • Sze: Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, 1981 • Roulsten: An Introduction to the Phys. of Sem. Devices, Oxford Univ. Press, 1999 • Chang: ULSI Devices, John Wiley & Sons, 2000

1	**Modulbezeichnung** 96621	**Transceiver-Systementwurf** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transceiver-Systementwurf (2 SWS) Übung: Übung Transceiver-Systementwurf (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	1. Einführung 2. Systemübersicht und Anforderungen • GPSGSM-WLAN • Vergleichende Zusammenfassung 3. Basisbandverarbeitung • Optimierung und Wechselwirkungen am Beispiel einer PLL • Anforderungsprofil bei GPS, GSM und WLAN 4. A/D- und D/A-Umsetzung • Dominierendes Nutzsignal bei GSM und WLAN • Dominierendes Rauschen bei GPS • Anforderungsübersicht 5. Frontend • Analyse und Charakterisierung von Störungen (Nichtlinearitäten, Rauschen, Dynamikbereicht, I/Q-Balance, Phasenrauschen) • Systementwurf (Entwurfzyklus, Empfänger-Architekturen, Sender-Architekturen) 6. Ausblick
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Anhand der Beispielsysteme GPS, GSM und WLAN sollen Studierende beurteilen lernen, wie das Wechselspiel zwischen Realisierungsaufwand und nachrichtentechnischer Systemanforderung ist. 2. Anhand von Beispielen sollen Studierenden die wesentlichen Entwurfsschritte bis hin zur Parametrisierung auf Blockschaltbildebene klar werden, wenn der Ausgangspunkt eine nachrichtentechnische Systembeschreibung ist. 3. Anhand von Architekturbeispielen sollen Studierende ein Verständnis für die Spielräume und Abwägungen beim Entwurf eines Endgerätes entwickeln.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich aus: Signal- und Systemtheorie, Nachrichtentechnische Systeme, Stochastik. Erste mikroelektronische Kenntnisse helfen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Vorlesung.

Vertiefungsmodule Mikroelektronik

1	**Modulbezeichnung** 96740	**Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer** (Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Analog-Digital und Digital-Analog-Umsetzer (1 SWS) Vorlesung: Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzer (1 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz Dr. Jürgen Röber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jürgen Röber
5	**Inhalt**	• ADU, DAU Kenngrößen und Spezifikation • Überblick über unterschiedliche Umsetzerarchitekturen • SAR-Umsetzer Design • Abtast-Halte Glieder • Komparatoren • Rauscheffekte in Umsetzern • Delta-Sigma-ADU • Current Steering DAC • String DAC • R-2R DAC • Delta-Sigma DAC • Integration von ADUs in ein Gesamtsystem
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen • Die wichtige Kenngrößen für Analog-Digital Umsetzer (ADU) und können die Genauigkeit von ADUs interpretieren. • Die verbreiteten ADU Architekturen und deren Vor- und Nachteile. • Die Komponenten eines SAR ADUs und wichtige Details für den integrierten Schaltungsentwurf von SAR ADUs • Verschiedene integrierte Schaltungstechniken im Entwurf von Delta-Sigma ADUs • Die richtige Verschaltung von ADUs in einer Applikation. Eine falsche Verschaltung führt schnell zu schlechter Genauigkeit. • Die verbreiteten DAU Architekturen, deren Vor- und Nachteile und deren Schaltungsprinzip. • Die grundlegenden Funktionen von Cadence und haben einen Einblick in den integrierten Entwurf von ADUs.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96010	**Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** (Architectures for digital signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Inhalt: • Basis-Algorithmen der Signalverarbeitung (FFT, Fensterung, Digitale FIR- und IIR-Filter) • Nichtideale Effekte bei Digitalfiltern (Quantisierung der Filterkoeffizienten, Quantisierte Arithmetik) • CORDIC-Architekturen • Architekturen für Multiratensysteme (Abtastratenumsetzer) • Architekturen digitaler Signalgeneratoren • Maßnahmen zur Leistungssteigerung (Pipelining) • Architekturen digitaler Signalprozessoren • Anwendungen Content: • Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters) • Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arthmetic) • CORDIC-architectures • Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates) • Digital signal generation • Measures of performance improvement (pipelining) • Architecture of digital signal processors • Applications
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung Die Studierenden verstehen die Theorie der Fourier-Transformation und sind in der Lage, die Vorteile der Fast-Fourier-Transformation in der digitalen Signalverarbeitung zu verstehen und anzuwenden

		Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen ===Englisch=== Students • can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-comtinous and value-continous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain • can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements • can review pros and cons of analogue versus digitzal signal processing • can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing • can dimension digital filters and evaluate their performance
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96600	**Entwurf Integrierter Schaltungen II** (Design of integrated circuits II)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (2 SWS)	-
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Die Vorlesung behandelt formalisierte Methoden für den Entwurf kombinatorischer Schaltungen. Schwerpunkt liegt auf einer grundlagenorientierten Darstellung der verwendeten Definitionen und Algorithmen, damit eine Übertragung auf und Anwendung in andere Wissensgebiete erleichtert wird. • Einführung • Zielstellung beim Entwurf binärer Systeme • Beschreibungen kombinatorischer Systeme • Darstellung Boolescher Funktionen • Normalformen • Automatenbasierte Komposition • Überdeckungstabelle • Dynamische Operationen • Ableitung nach der Zeit • Schaltungtechnische Realisierung kombinatorischer Systeme • Dynamisches Verhalten von kombinatorischen Schaltungen • Strukturierte Datenanalyse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Anwenden • Die Studierenden wenden Kenntnisse über den automatisierten Entwurf digitaler Schaltungen und Systeme an und lernen verschiedende Verfahren zum automatisierten Entwurf von Schaltnetzen und Schaltwerken kennen. Erschaffen • Sie Studierenden sind in der Lage den Entwurfsfluss von der Spezifikation bis zum Test von digitalen Schaltungen zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Digitaltechnik oder Technische Informatik I, o.ä.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96190	**Entwurf Integrierter Schaltungen II/Technologie integrierter Schaltungen** (Design of integrated circuits II/technology of integrated circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf Integrierter Schaltungen II (2 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (3 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnologie I - Technologie integrierter Schaltungen (1 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Jannik Schwarberg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	In diesem Modul werden die wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente und integrierter Schaltungen behandelt. Ausgehend von der Frage nach den relevanten Parametern chemischer und physikalischer Herstellungsprozesse werden zu Beginn die Verfahren und Methoden zur Herstellung von einkristallinen Siliziumkristallen besprochen. Anschließend werden die physikalischen und chemischen Grundlagen der Oxidation, der Dotierverfahren Diffusion und Ionenimplantation sowie der physikalischen und chemischen Gasphasenabscheidung von dünnen Schichten behandelt. Eine Einführung in die relevanten Lithographie- und Strukturierungsverfahren beendet den Kanon der wesentlichen Technologieschritte zur Herstellung elektronischer Halbleiterbauelemente. Ergänzend dazu werden Sequenzen von Prozessabläufen, wie sie heute bei der Herstellung von hochintegrierten Schaltungen wie Mikroprozessoren oder Speichern verwendet werden, besprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden • beschreiben die Technologieschritte und notwendigen Prozessgeräte • erklären die physikalischen und chemischen Vorgänge bei der Herstellung von Integrierten Schaltungen Evaluieren (Beurteilen)

		• ermitteln en Einfluss von Prozessparametern und können Vorhersagen für Einzelprozesse ableiten • sind in der Lage, verschiedene Herstellungsschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile bzgl. der hergestellten Schichten, Strukturen oder Bauelemente zu beurteilen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000 • Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

1	**Modulbezeichnung** 96180	**Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten** (Design and characterisation of high speed digital circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten Übung (2 SWS) Vorlesung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Beim Entwurf von Schaltungen für hohe Datenraten oder hohe Frequenzen auf Leiterplattenebene, aber auch in integrierten Schaltungen, kann man schaltungstechnisch alles richtig machen - aber die Schaltung funktioniert trotzdem nicht recht! Häufiger Grund ist mangelnde Signalintegrität: Signaleigenschaften werden beim Durchlaufen der Signalpfade unzulässig beeinträchtigt. Gliederung Die Veranstaltung behandelt Aspekte des Schaltungsentwurfs, die entscheidend sind für die Erzielung funktionsnotwendiger Signalqualität auf Schnittstellen und Verbindungselementen. Nach Einführung der notwendigen theoretischen Grundlagen werden diese auf konkrete Fragestellungen unter gegenwärtigen technologischen Randbedingungen angewendet. Signalpfade und Leistungsversorgung werden unter Gesichtspunkten der Signalintegrität analysiert und Entwurfsregeln abgeleitet. Meß-, Charakterisierungs- und Prüfverfahren werden erläutert und geeignete Modelle für Simulationen untersucht. 1 Signaleigenschaften Begriffe und Definitionen, Kenngrößen eines Datensignals, Flankenübergangszeit und Bandbreite, Leistungsdichtespektrum eines Datensignals, Jitter: Maße und Komponenten, Augendiagramm, Bitfehlerrate und die Badewannenkurve" 2 Signalquellen und Lasten Impedanz und Leistungsübertragung, Zeitmittelwerte 3 Leitungen: Eigenschaften Begriffe, Leitungsmodell für Zweileiteranordnung, Ausbreitungskoeffizient und Leitungswellenwiderstand,

		Frequenzabhängigkeiten von Dämpfungsbelag, Phasenlaufzeitbelag und Wellenwiderstand 4 Leitungen und Signalintegrität Auswirkung der Frequenzabhängigkeiten auf Form von Datensignalen, Reflexion und ihre Auswirkung auf Datensignale, Signallaufdiagramm bei Verzweigungen, Entwurf von Verzweigungen ohne Signalbeeinträchtigung, Analyse von Signalpfaden: Reflektometrie im Zeit- und Frequenzbereich, Systemstruktur und Systemantwort, Signaturen verschiedener Störstellen im Wellenwiderstandsprofil und ihre Auswirkung im Augendiagramm 5 Leitungen: Material und Oberfläche Charakteristika von Dielektrika und Leitern, Leitungsquerschnitte in Kabeln, Leiterplatten und integrierten Schaltungen, relative Permittivität und Verlustmechanismen, Messung dielektrischer Eigenschaften, scheinbare" relative Permittivität und Entwurfsperspektiven, Einfluß der Rauhigkeit von Leiteroberflächen 6 Leiterplatten Leiterplatten als Schaltungsbestandteil, Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten, Durchkontaktierungen und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität, Varianten für hohe Frequenzen und Datenraten, Materialien und Eigenschaften, Inhomogenität und Anisotropie, Herausforderungen bei Leiterplatten für hohe Datenraten 7 Integrierte Schaltungen Gattereigenschaften: Schaltleistung und Schaltzeiten, Auswirkung der Schaltzeit auf Signalintegrität, Leitungen in integrierten Schaltungen, Laufzeitverhalten, Fehlermodelle bei hohen Datenraten, IC-Gehäuse und ihre Auswirkungen auf Signalintegrität 8 Leistungsversorgung Signalintegrität und Versorgungsspannung: Zeitverlauf des Leistungsbedarfs synchroner Schaltungen, Lastwechselreaktion Simultaneous Switching Noise": Modell und quantitative Behandlung, Entwurf von Entkopplungsnetzwerken
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen Fachkompetenz Wissen • wesentliche Kenngrößen eines Datensgnals nennen

- Begriff Jitter" abgrenzen
- Jitterkomponenten erläutern
- wesentliche Leiterplattenmaterialklassen und deren relevante Kenngrößen nennen

Verstehen

- Augendiagramm und Badewannenkurve" interpretieren und beurteilen
- Zweileiter-Leitungsmodell erläutern und zugehörige Begriffe definieren
- Reflexion an Störstellen qualitativ und quantitativ beschreiben
- relevante Materialeigenschaften von Dielektrika und Leitern angeben und erklären und Meßverfahren dafür beschreiben
- Aufbau und Herstellung von Mehrlagen-Leiterplatten beschreiben

Anwenden

- Flankenübergangszeit und Bandbreite ineinander umrechnen
- Entwurfsregeln für Signalintegrität anwenden
- Flankenübergangszeit und Signalpfadbandbreite für Datenrate geeignet auslegen

Analysieren

- Frequenzabhängigkeiten von Leitungsparametern begründen und deren Auswirkung auf Form von Datensignalen diskutieren
- Leitungsverhalten von LC- / RC-Leitungen gegenüberstellen

Evaluieren (Beurteilen)

- Jitterkomponenten anhand der Jitterverteilung ermitteln
- verschiedene Ausbildungen von Durchkontaktierungen hinsichtlich ihrer Auswirkung auf Signalintegrität bewerten
- IC-Gehäuse hinsichtlich ihrer Eignung für hohe Datenraten / Frequenzen beurteilen

Erschaffen

- Signalpfade und Topologien für hohe Datenraten / Frequenzen konzipieren
- Entkopplungsnetzwerke gezielt für bestehende Anforderungen entwerfen

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

		• Meß- und Charakterisierungsverfahren zielgerichtet anwenden und Ergebnisse differenziert interpretieren • Belange der Signalintegrität beim Systementwurf erkennen und berücksichtigen Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: (keine) Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Übungsaufgabenstellungen gemeinsam in Kleingruppen lösen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96200	**Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen** (Design of mixed-signal circuits)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (2 SWS) Vorlesung: Entwurf von Mixed-Signal-Schaltungen (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Es werden Methoden zur Analyse und Synthese von Phänomenen behandelt, welche aus sogenannten Rückkopplungen in gemischt analog-digitalen Systemen entstehen. Es wird an Hand eines allgemeinen Transistormodells abstrahiert, und Beispiele aus der Integrierten Schaltungs- und Systemtechnik erarbeitet. • Modellierung aktiver Bauelemente • Grundschaltungen des allgemeinen Transistors • Abstraktion der Rückkopplung • Analyse der Stabilität im Frequenz- und Zeitbereich • Kompensationstechniken im Frequenzbereich • Grundschaltungen von Rückkopplungen • Harmonische Verzerrungen • Rauschen • Beispiele von Rückkopplungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Analysieren • Die Studierenden können die verschiedenste Strukturen für analoge integrierte Schaltungen entwickeln, analysieren und bewerten. Erschaffen • Die Studierenden gewinnen einen Überblick über die wichtigsten Methoden und Verfahren für Analyse und Entwurf von analogen rückgekoppelten Schaltungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Schaltungstechnik, Entwurf Integrierter Schaltungen I, o.ä.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	G. Palumbo, S. Pennisi, Feedback Amplifiers, Theory and Design, Springer 2009

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	*Hinweis:* 1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll den Studierenden Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben. *Inhalte:* *|1. Überblick: Signale und Systeme|* • Einführung • GPS Global Positioning System • Galileo • Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS • Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen *|2. Grundlagen und Funktiosweise der Satellitenortung|* • Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits • Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen • Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung • Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase *|3. GNSS Empfänger|* • Signalkonditionierung • Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale • Releschleifen zur Signalverfolgung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll die Beurteilungsfähigkeit der Studierenden für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen die Studierenden die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen.

		3. Die Studierenden sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie: 1. Mindestens 75% der Hausaufgaben bestanden haben UND 2. Mindestens 75% der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	1. Pratap Misra, Per Enge, Global Positioning System", Ganga-Jamuna Press, 2001 2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, Understanding GPS Principles and Applications"Artech House, 2. Auflage, 2006 3. Werner Mansfeld, "Satellitenortung und Navigation, Vieweg, 2004

1	**Modulbezeichnung** 92522	**Halbleitertechnik II - CMOS-Technik (HL II)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik II - CMOS-Technik (2 SWS) Übung: Übung zu Halbleitertechnik II - CMOS-Technik (2 SWS)	5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	• Dimensionierung eines Langkanal-MOSFETs • Ideales und reales Verhalten eines Langkanal-MOSFETs • Mooresches Gesetz unf ITRSRoadmap • Skalierung eines MOSFETs und Kurzkanaleffekte: Vom Langkanal- zum Kurzkanal-MOSFET • Strategien zur Minimierung von Kurzkanal-Effekten; Moderne CMOS-Prozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis des Aufbaus und des Verhaltens eines idealen und eines realen Langkanal-MOSFETs und haben ein umfassendes Verständnis von den sogenannten Kurzkanaleffekten in Kurzkanal-MOSFETs bzw. in Nano-MOSFETs. Darüber hinaus kennen sie technologische Strategien zur Minimierung der Kurzkanaleffekte und kennen die prinzipiellen Herstellungsprozessabläufe moderner CMOS-Prozesse. Außerdem besitzen die Studierenden die Kenntnis und das Verständnis des ITRS-Konzeptes der Halbleiterindustrie und der Notwendigkeit einer Post-CMOS-Ära".
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente und HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Schulze: Konzepte Silizium-basierter MOS-Bauelemente, Springer, 2005 • Deleonibus (Ed.): Electronic Device Architectures for the Nano-CMOS

		Era, World Scientific, 2008

1	**Modulbezeichnung** 92524	**Halbleitertechnik IV - Nanoelektronik (HL IV)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Halbleitertechnik IV - Nanoelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Michael Jank	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Jank
5	**Inhalt**	1. Skalierung von MOS Transitoren: Einsatzspannungs-Absenkung, Subthreshold Slope" Band-Band Tunneln, Drain Induced Barrier Lowering", Beweglichkeitsdegradation, Tunnelströme, Gateverarmung, Dotierstoffluktuationen, Zuverlässigkeit 2.Neue Architekturen und Materialien für Nano-MOS-Bauelemente: Hoch epsilon Dielektrika, Metal Gate" Elektroden, Strained Silicon", SiGe, GeOI, FinFET, TriGate Transistoren, Nanowire Strukturen (Si-Nanotubes, Carbon Nanotubes), Vertikale MOS Strukturen, Schottky MOS 3.Erzeugung kleinster Strukturen: Optische Lithographie für sub-50 nm, EUV Lithographie, Elektronenstrahl- und Ionenstrahllithogarphie, Druck und Prägetechniken,

		Selbstorganisation 4.Bauelemente der nichtflüchtigen Datenspeicherung: Ladungsspeicherung in Dielektrika und Nanokristallen (Flash EPROM), Multibit Zellen, Ferroelektrische Speicherzellen, Widerstandsprogrammierbare Zellen (MRAM, PCM, spannungs-programmierbare Zellen) 5.Bauelemente mit einzelnen Elektronen: Single Electron Device, Resonantes Tunneln, Schaltbare Moleküle 6. Prinzipielle Grenzen: Quantenmechanische Grenze, Thermische Grenze, Statistische Grenze
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden erklären den Aufbau und die Funktionsweise nanoelektronischer Bauelemente beschreiben die Herstellungsmethoden für nanoelektrnoische Bauelemente Analysieren analysieren die prinzipiellen Probleme, die sich für Bauelemente im Nanometerbereich ergeben diskutieren unterschiedliche Lösungsansätze für zukünftige Bauelemente Evaluieren (Beurteilen)

		bewerten Vor- und Nachteile sowie Grenzen aktueller Trends und Entwicklungen auf dem Gebiet nanoelektronischer Bauelemente
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleiterbauelemente bzw. Nano IV und HL I - Bipolartechnik sowie HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen wünschenswert
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 3 The Submicron MOSFET, Lattice Press, 1995 • S. Wolf: Silicon Processing for the VLSI Era: Volume 4 Deep-Submicron Process Technology, Lattice Press, 2002 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • K. Goser, P. Glösekötter, J. Dienstuhl: Nanoelectronics ans Nanosystems, Springer-Verlag, 2004 • H. Xiao, Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001 • R. Waser (ed.): Nanoelectronics and Information Technology: Materials, Processes, Devices, 2. Auflage, Wiley-VCH, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92525	**Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (HL V)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (1 SWS) Vorlesung: Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sven Berberich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	Im Modul Halbleiter- und Bauelementemesstechnik werden die wichtigsten Messverfahren, die zur Charakterisierung von Halbleitern und von Halbleiterbauelementen benötigt werden, behandelt. Zunächst wird die Messtechnik zur Charakterisierung von Widerständen, Dioden, Bipolartransistoren, MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren behandelt. Dabei werden die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Bauelemente kurz wiederholt. Im Bereich Halbleitermesstechnik bildet die Messung von Dotierungs- und Fremdatomkonzentrationen sowie die Messung geometrischer Dimensionen (Schichtdicken, Linienbreiten) den Schwerpunkt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden erklären physikalische und elektrische Halbleiter- und Bauelementemess- und Analysemethoden vergleichen die Vor- und Nachteile sowie die Grenzen der verschiedenen Verfahren Analysieren analysieren, welches Verfahren für welche Fragestellung geeignete ist Evaluieren (Beurteilen) bewerten die mit den unterschiedlichen Verfahren erzielten Messergebnisse
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basiswissen zur Physik (Abitur) notwendig • Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript • Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006 • W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998 • A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001

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

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Kenntnisse aus dem Bereich Halbleiterbauelemente (Pflichtveranstaltung im Bachelorstudiengang EEI und Mechatronik)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. M. Sze: VLSI - Technology, MacGraw-Hill, 1988 • C. Y. Chang, S. M. Sze: ULSI - Technology, MacGraw-Hill, 1996 • D. Widmann, H. Mader, H. Friedrich: Technology of Integrated Circuits, Springer Verlag, 2000 • Hong Xiao: Introduction to Semiconductor Manufacturing Technology, Prentice Hall, 2001

1	**Modulbezeichnung** 96750	**Hardware-Beschreibungssprache VHDL** (VHDL Hardware description language)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Hardware-Beschreibungssprache VHDL (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Vorlesung mit integrierter Rechnerübung zur Syntax und zur Anwendung der Hardware-Beschreibungssprache VHDL (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language) nach dem Sprachstandard IEEE 1076-1987 und 1076-1993, Anwendung von VHDL zum Entwurf von FPGAs in der Praxis. • Konzepte und Konstrukte der Sprache VHDL • Beschreibung auf Verhaltens- und Register-Transfer-Ebene • Simulation und Synthese auf der Gatterlogik-Ebene • Verwendung professioneller Software-Tools (Xilinx Vivado) • Vorlesung mit integrierten Rechner-Übungen (Labs) • Kursmaterial ist englisch-sprachig, die Vorlesungssprache deutsch Zielgruppe sind Hörer aller Fachrichtungen, die sich mit dem Entwurf, Simulation und Synthese digitaler Systeme und Schaltungen beschäftigen wollen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Fachkompetenz** • Wissen Die Studierenden können Begriffe und Definitionen einer Hardware-Beschreibungssprache (hier VHDL) darlegen. • Verstehen Die Studierenden verstehen den Zusammenhang bzw. die Transformation zwischen einer Hardware-Struktur und deren Abbildung in einer Hardware-Beschreibungssprache in beiden Richtungen. • Analysieren Die Studierenden klassifizieren ein gewünschtes Systemverhalten, strukturieren dieses in Teilmodule, und realisieren die Teilmodule bzw. das System in der Hardware-Beschreibungssprache. • Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden schätzen VHDL-Modelle bezüglich des quantitativen und qualitativen Hardware-Aufwandes ein, überprüfen diese gegen vorliegende Randbedingungen (constraints), und vergleichen sie mit alternativen Lösungen.

		Lern- bzw. Methodenkompetenz Die theoretischen Inhalte der Sprache können durch Einsatz eines Simulations- und Synthesewerkzeuges im praktischen Einsatz selbständig verifiziert und deren Verständnis vertieft werden. **Sozialkompetenz** Die Studierenden stärken ihre Fähigkeit, vorliegende Aufgabenstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	**Inhalt**	• Transceiver-Architekturen • Hochfrequenzaspekte • Tranistoren und Technologien • Passive Bauelemente und Netzwerke • Rauscharme Vorverstärker • Mischer • Oszillatoren • Phasenregelschleifen und Synthesizer • Messtechnische Grundlagen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Den Aufbau sowie Vor-und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen • Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren • Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen • Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden • Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer,Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Einführung • Information und Kommunikation • Anwendungsgebiete - Kommunikation **Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen** • Grundlegende Definitionen und Klassifikationen • Grundlegende Strukturen **Protokolle und Schnittstellen** • Grundlagen • Basis-Verfahren und Beispiele • TCP/IP-Protokol • Referenzmodell nach ISO/OSI • Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC) • Bitübertragungsschicht/Physical Layer • Übertragungsmedien **Hardware in Kommunikationsstrukturen** • HW-Architekturen und Funktionsblöcke • Digitale und Analoge Komponenten • Schaltungsdetails von Komponenten **Grundlagen von Bussystemen** • Klassifikation • Funktionale Eigenschaften • Arbitrierungs-Verfahren **Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme** • Bus-Applikationen • Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .) • Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .) • Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .) • Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .) **Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen**

		• Feldkommunikation • Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .) • Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .) • Weitverkehrsnetze • SDH, PDH, ATM,
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden. 2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96870	**Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang** (Power electronics in vehicles and electric powertrains)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Leistungselektronik im Fahrzeug und Antriebsstrang (4 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V) • Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) • Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung, Simulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen • kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen • kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power) • kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen • analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften • kennen die Grundschaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler) • kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten • kennen die Grundschaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren • kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene Fachkompetenz Anwenden • Anforderungen an Leistungselektronik für Kraftfahrzeuge beschreiben • Die wichtigsten Bauelemente und Grundschaltungen auslegen

		Analysieren • diskutieren die mit elektrifizierten Antriebssträngen (Hybrid- bzw. Elektrofahrzeuge) verbundenen Zielsetzungen und Basiskonzepte sowie die Grundlagen der dazu erforderlichen leistungselektronischen Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Begleitendes Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96831	**Low Power Biomedical Electronics** (Low-power biomedical electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (2 SWS) Vorlesung mit Übung: Low-Power Biomedical Electronics (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Heinrich Milosiu
5	**Inhalt**	1. Elektronik-Grundlagen: Leistungsbegriff, RC-Filter, Ultra-Low-Power, Stromquellen 2. Einfaches MOSFET-Modell und MOSFET-Betriebsarten: Starke Inversion, Kennlinienfeld und Ausgangswiderstand, Spannungsverstärkung 3. MOSFET-Betriebsart Schwache Inversion: Kennlinien 4. Vergleich der Betriebsarten starke vs. schwache Inversion, Konzept der Drain-Effizienz 5. Einfache MOSFET-Verstärkerschaltungen 6. Transkonduktanz-Verstärker (OTA) 7. OTA-basierte Filter 8. Biomedizinische Signale: Elektrokardiogramm (EKG) 9. Herzratenvariabilität (HRV), Poincaré-Diagramm und Fitness Monitoring 10. Schaltungsbeispiele für EKG-Verstärker 11. Puls-Oximetrie: Prinzip und Schaltungsbeispiel 12. Innenohrimplantat: Prinzip und Beispiel 13. Digitale Schaltungen: Grundlagen zur Leistungsberechnung, Low-Power-Techniken 14. Konzept für rückgekoppelte Schaltungen: Grundlagen, Beispiele
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Teilnahme an der Lehrveranstaltung besitzen Studierende: Grundlegende Kenntnisse über integrierten Ultra-Low-Power-Schaltungsentwurf für analoge und digitale Komponenten

		Fähigkeit zur Analyse von rückgekoppelten Systemen sowie deren Implementierung Fähigkeit zur Entwicklung von analogen Ultra-Low-Power-MOSFET-Verstärkerschaltungen für biomedizinische Anwendungen Grundlegende Kenntnisse über Low-Power-Biomedizinische Systeme Grundlagen zu bioinspirierten Systemen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96030	**Medizinelektronik** (Medical electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (2 SWS) Vorlesung: Medizinelektronik - Medical Electronics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Dr. Jens Kirchner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jens Kirchner
5	**Inhalt**	The Lecture and exercise deals with the following topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Challenges for medical engineering from demographic development and epidemiology of common diseases • Concepts for chronic disease management and elderly care • Regulatory framework of circuit design for medical devices • Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2 • Sensor principles and circuit design for biosignal acquisition • Analog-digital balance • Energy management for medical devices • Body near energy harvesting • Health data transmission • Electronic systems for ambient assisted living (AAL) • Circuit technology for lab-on-chip and microelectromechanical systems (MEMS) • Circuit technology for implants and wearable systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will gain • Substantial knowledge on principles of circuit design for medical electronic devices • Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG • Substantial knowledge on design of medical sensors • Substantial knowledge on system design for health assistance systems, wearable medical devices and implants • Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices • Ability to separate medical electronic devices into their subfunctions • Ability to analyze energy budget of medical devices, particularly wearable systems • Basic ability to design electronic circuits to comply with regulatory requirements
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Completion of the modules "Circuit design" ("Schaltungstechnik") or "Electronics and circuit design" ("Elektronik und Schaltungstechnik") is recommended before attending the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96860	**Mikrostrukturierte Komponenten für HF Systeme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Mikrostrukturierte Komponenten für HF Systeme (2 SWS) Vorlesung: Mikrostrukturierte Komponenten für HF Systeme (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Vikrant Chauhan	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	• Overview over three-dimensional structured RF components including microelectromechanical systems (RF MEMS), mechanical resonators, acoustic devices and metamaterials • technology (Silicon micromaching, LTCC...), • functionality (electrical, mechanical, acoustic principles), • applications (phase shifter, filters, antennas, systems....) • packaging (wafer level, packages, connections...) • calculation of electromagnetic and multiphysical properties • basics in design and mask layout.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	To understand, design and model novel 3D structured components for RF systems. Considering of technological problems and packaging issues in design and layout.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basics in Field theory and wave propagation, circuit design, material sciences, mechanics and mathematics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• G. Rebeiz, RF MEMS, Wiley, 2003 • Varadan, V., RF MEMS and their applications, Wiley,2003 • M. Madou, Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002 • C. Caloz, T. Itoh, Electromagnetic Metamaterials, Wiley 2006

1	**Modulbezeichnung** 92533	**Quantenelektronik III - Tunnel- und Quantum Well-Bauelemente (QE III)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Quantenelektronik III - Tunnel- und Quantum Well"-Bauelemente (2 SWS) Vorlesung: Quantenelektronik III Tunnel- und Quantum Well"-Bauelemente (2 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze Anne-Marie Lang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	• Eigenschaften von Quantentöpfen, -drähten und -punkten • elektronische und mechanische Eigenschaften von Silizium-Germanium-Heterostrukturen • Einfluss der elastischen Verspannungen auf die Bandstruktur • Technologische Realisierung von Potentialbarrieren, Quantum Wells" und Quantentöpfen • Funktionsweise von Siliziumbasierten Hetero- und Quantenbauelementen (Tunnel-FET, Heterofeldeffekttransistoren, SET, Heterobipolartransistor, MODFET) • Laser und VCSEL
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis quantenmechanischer Effekte in klassischen Halbleiterbauelementen, kennen und verstehen quantenmechanische Bauelemente, die gezielt auf diesen Effekten beruhen und besitzen die Fähigkeit, neue Bauelemente zu entwerfen und zu dimensionieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse aus Halbleiterbauelemente und Halbleitertechnik I - Bipolartechnik empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kasper, Paul: Silicon Quantum Integrated Circuits, Springer, 2005 • Harrison: Quantum Wells, Wires and Dots, Wiley, 2000 • Maiti, Armstrong: TCAD for Si, SiGe, GaAs Integrated Circuits, Francis and Taylor, 2008

		• Schulze: Konzepte Silizium-basierter MOS-Bauelemente, Springer, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92531	**Quantenelektronik I - Quantentechnologien 1** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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. Roland Nagy
5	**Inhalt**	Das Modul Quantentechnologien 1 vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen von Quantentechnologien. Die Quantentechnologie ist eine neue Forschungsrichtung, die das Potential besitzt, aktuelle Technologien zu revolutionieren. Es werden relevante Themen aus der Quantenmechanik in Bezug auf Anwendungen im Bereich der Quantensensorik, Quantenkommunikation und Quantencomputer dargestellt. Im Bereich der Quantenmechanik sollen Grundlagen sowie quantenmechanische Effekte vermittelt werden, die für das Verständnis von Quantentechnologien wichtig sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen grundlegende physikalische Zusammenhänge der Quantenmechanik verstehen. Anwenden quantenmechanische Effekte mit Hilfe von Berechnungen beschreiben. Analysieren Themen der Quantentechnologien selbstständig analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 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: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (91 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 96410	**Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik** (Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Victor Shatov Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi Maximilian Lübke Maximilian Lübke	

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

		Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Laborpraktika Mikroelektronik

1	**Modulbezeichnung** 97500	**Laborpraktikum Digitaler ASIC-Entwurf** (Laboratory: Digital ASIC design)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitaler ASIC-Entwurf (Blockpraktikum) (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Frickel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird jeweils in Zweiergruppen eine komplexe digitale Schaltung für ein FPGA entworfen, Entwurfsziel sind hardware- und grafikorientierte Anwendungen, die ohne Prozessor/Software als reine Hardware-Lösung entwickelt und realisiert werden müssen. Hierzu müssen die Teilnehmer zu Beginn eine rudimentär vorgegebene Systemspezifikation analysieren, verbessern und verfeinern, eine Systemidee entwickeln, das geplante System partitionieren und auf Module aufteilen. Die angestrebten Lösungen werden in regelmässigen Kurzvorträgen mit der Gesamtgruppe dikutiert. Die in der Hardware-Beschreibungssprache VHDL entworfenen Module können dann mit Hilfe des Entwurfswerkzeugs (aktuell: XILINX Vivado) spezifiziert, simuliert, verifiziert und abschließend für die Ziel-Hardware synthetisiert werden. Hierbei ist außer der Schnittstellenproblematik zwischen den Modulen auch der Aspekt des simulations- und testfreundlichen Entwurfs zu beachten. Mit einer vorhandenen FPGA-Testumgebung (Evaluation/Education Board) wird der Funktions- und Systemtest auf realer Hardware durchgeführt. Nach der Verifikation und Zusammenschaltung aller Module erfolgt ein abschließender Funktionstest und Bewertung (Größe, Geschwindigkeit, Funktionsumfang, Effizienz, etc.) der Schaltung in Form einer Demonstration vor der Gesamtgruppe.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Anwenden Die Studierenden setzen die vorab (in einer anderen LV) erlernte Hardware-Beschreibungssprache VHDL in ihrem vollen Umfang zur Spezifikation und Implementierung eines komplexen, digitalen Systems ein. Analysieren Die Studierenden analysieren ein nur rudimentär beschriebenes digitales mikroelektronisches System, untersuchen mögliche

		Lösungsansätze und strukturieren diese Lösungsansätze in handhabbare Module. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden diskutieren und bewerten im Rahmen von Kurzvorträgen eigene und fremde Lösungsvorschläge zum Systementwurf, vergleichen diese nach eigenen Kriterien, und wählen dann hiermit die besten Lösungen zur Realisierung aus. Die Stduierenden bewerten nach Fertigstellung des Systementwurfs nach verschiedenen Kriterien (Größe, Geschwindigkeit=längster Pfad, Performance, Ästhetik, Code-Qualität) ihre und die anderen Entwürfe. Erschaffen Wegen der sehr knappen Auslegung der gegebenen Spezifikation der Systembeschreibung konzipieren die Studierenden ganz eigene, individuelle Lösungen für die Funktionsmodule und das Gesamtsystem. Lern- bzw. Methodenkompetenz Die Studierenden erlernen die Methodik zur Transformation einer Systemidee in eine digitale Realisierung. Sozialkompetenz Studierende erlernen, Problemstellungen in Gruppenarbeit gemeinsam zu lösen. Die Studierenden erarbeiten ihre Lösungen in Zweiergruppen und erläutern bzw. verteidigen diese in Kurzvorträgen gegenüber der Gesamtgruppe.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Digitaltechnik (oder ähnliche Grundlagen-LV, z.B. TI-1) • V+Ü "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" (oder andere gleichwertige LVen) • oder: nachgewiesene gute Kenntnisse/praktische Erfahrungen in VHDL, z.B. durch Praktikanten- oder Werkstudententätigkeit, intensives Eigenstudium, etc.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Frickel J.; Skript der LV "Hardware-Beschreibungssprache VHDL" Xilinx; Handbuch Xilinx Vivado Lehmann G.; Wunder B.; Selz M.: Schaltungsdesign mit VHDL. Poing Franzis 1994 Bleck Andreas: Praktikum des modernen VLSI-Entwurfs. Stuttgart Teubner 1996

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

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

		Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen: • Software-Entwicklung unter Linux • Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller • Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt: • Löten an bedrahteten Bauelementen • Aufbau von einer Programmieradapterschaltung • Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display • Systematische Fehlersuche Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln: • Serielle synchrone Datenübertragung (SPI) • serielle asynchrone Datenübertragung (UART) • parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden: • Befehlssatz des LCD Controllers HD44780 • Befehlssatz eines ISM Funkmoduls
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen • Kenntnisse in der Programmiersprache C • Grundverständnis von Booleschen Operationen • Englischkenntnisse • Deutschkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	

11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/

1	**Modulbezeichnung** 92518	**Laborpraktikum Halbleitertechnologie** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Halbleitertechnologie (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker Anne-Marie Lang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker
5	**Inhalt**	Das Praktikum Halbleitertechnologie vermittelt einen ersten praktischen Einstieg in die Halbleitertechnologie. Im Verlauf des Herstellungsprozesses einer Solarzelle werden die Herstellungsschritte Oxidation, Implantation, Lithographie, Ätzen und Metallisierung durchgeführt. Darüber hinaus werden wichtige Messverfahren zur Prozesskontrolle wie Schichtdickenmessverfahren, Schichtwiderstandsmessverfahren vorgestellt und zum Schluss die hergestellten Solarzellen an Hand ihrer Strom/Spannungs-Kennlinie elektrisch charakterisiert (Wirkungsgrad etc.).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Verstehen verstehen die Funktionsweise von Solarzellen Anwenden können typische Prozessgeräte und Methoden der Prozesskontrolle in einer Halbleiterfertigung erklären Analysieren sind in der Lage, verschiedene Technologieschritte hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu analysieren Lern- bzw. Methodenkompetenz sammeln praktische Erfahrung im Umgang mit Halbleiterscheiben unter den besonderen Arbeitsbedingungen eines Reinraumes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen • Modul HLT I - Technologie Integrierter Schaltungen von Vorteil
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Praktikumsskripte • Unterlagen zu den Modulen |HLT I - Technologie integrierter Schaltungen| und |HL I - Bipolartechnik| (am Lehrstuhl erhältlich) • Götzberger, A., Voß, B., Knobloch, J.: Sonnenenergie: | Photovoltaik|, Teubner Verlag, Stuttgart, 1994

1	**Modulbezeichnung** 97570	**Laborpraktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik** (Laboratory course: Semiconductor and component metrology)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Halbleiter- und Bauelementemesstechnik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker
5	**Inhalt**	Im Praktikum zur Halbleiter- und Bauelementemesstechnik wird ein Teil der in der gleichnamigen Vorlesung besprochenen Messverfahren praktisch durchgeführt. Zu Beginn des Praktikums wird die Relevanz der Messtechnik zur Prozesskontrolle aber auch in der Bauelementeentwicklung anhand eines typischen CMOS-Prozesses erläutert. Im Bereich Halbleitermesstechnik werden dann Versuche zur Scheibeneingangskontrolle, zu optischen Schichtdicken- und Strukturbreitenmessverfahren, sowie zur Profilmesstechnik durchgeführt. Im Bereich Bauelementemesstechnik werden MOS-Kondensatoren und MOS-Transistoren, Dioden, Widerstände und spezielle Teststrukturen elektrisch charakterisiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Anwenden können physikalische und elektrische Mess- und Analysemethoden im Bereich der Halbleiter- und Bauelementemesstechnik anwenden Analysieren können Teststrukturen und Bauelemente mit geeigneten Methoden charakterisieren Evaluieren (Beurteilen) können die entsprechenden Messergebnisse bewerten Lern- bzw. Methodenkompetenz können elektrische Messungen an Halbleiterscheiben, Teststrukturen und Bauelementen durchführen und auswerten Selbstkompetenz können in Gruppen kooperativ arbeiten und Messergebnisse gemeinsam reflektieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundkenntnisse zu Halbleiterbauelementen

		• Vorlesung Halbleitertechnik V - Halbleiter- und Bauelementemesstechnik empfehlenswert
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Vorbereitende Literatur auf die Versuche:
		•
		  ° Dieter K. Schroder: Semiconductor Material and Devices Characterization, Wiley-IEEE, 2006
		  ° W.R. Runyan, T.J. Shaffner: Semiconductor Measurements and Instrumentations, McGraw-Hill, 1998
		  ° A.C. Diebold: Handbook of Silicon Semiconductor Metrology, CRC, 2001

1	**Modulbezeichnung** 97720	**Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine** (Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL • Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik • Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten • Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 96265	**Praktikum Analog-Digital-Umsetzer** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Analog-Digital-Umsetzer (2 SWS) ja	2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Albert-Marcel Schrotz
5	**Inhalt**	-Einführung ins high performance Analog/Mixed Signal Chipdesign -Design eines kompletten SAR-Analog-Digital-Umsetzers in Cadence -Spezifikation und Entwurf der Subblöcke (Komparator, Abtast-Halte-Glied, Charge Redistribution DAC, SAR-Logik) Empfohlene Literatur: -Skript zum Praktikum -Skript zur Vorlesung ADU (Dr.-Ing. Frank Ohnhäuser) -Skript zur Vorlesung SIA (Andreas Wickmann) -Vorlesung Digitale Elektronische Systeme
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden bekommen einen Einblick in die Entwicklung von Analogschaltungen mit Hilfe der Entwurfssoftware Cadence.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 38 h Eigenstudium: 37 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 182405	**Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** (Laboratory architectures for digital signal processing)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christof Pfannenmüller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung • Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs • Erzeugung einer PRBS Sequenz • Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus • Digitale Filterung • Demodulation/Detektion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL Die Studierenden sind in der Lage, eine digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzeptionieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96842	**Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Florian Deeg Peter Meisel
5	**Inhalt**	• Einführung in Cadence • Erstellung einer einfachen Schaltung (z.B. Inverter) in Schematic • Untersuchung dieser Schaltung • Erstellung bzw. Extrahierung der Netzliste
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen **Verstehen** • Klassifizieren von Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik • erklären typischer Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen **Anwenden** • analysieren von grundlegenden Schaltungselemente **Erschaffen** • Erstellen grundlegender Teilschaltungen und Simulation **Lern- bzw. Methodenkompetenz** • erwerben praktischer Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen **Selbstkompetenz** • können in Gruppen kooperativ arbeiten und Simulationen beurteilen und gegebenenfalls verbessern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Erläuterungen: - Prüfungsleistung: mündliche Prüfung - Dauer (in Minuten): 20
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 605944	**Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II** (Digital design lab II)	**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**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Im Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen II geht es um Automaten und ihre asynchrone Realisierung sowie die Beschreibung dynamischer Effekte durch Vierwertigkeit. Motiviert ist die Unter-suchung asynchroner Schaltungen durch ihre Vorteile gegenüber synchronen, wie Robustheit, weniger Abstrahlung, weniger Energieverbrauch und höhere Geschwindigkeit. Eine synchrone Schaltung muss etwa auf eine Taktflanke warten, eine asynchrone Schaltung hingegen ist in ihrer Geschwindigkeit nur durch die Laufzeit ihrer Gatter beschränkt. Allerdings wirken sich hier kurzzeitige Fehler, wie etwa Hazards, weit stärker aus, da es keine Synchronisation durch einen Takt gibt. Die Untersuchung eben dieser vielversprechenden Schaltungsstrukturen sowie der korrekte Umgang mit dynamischen Effekten ist daher das Ziel dieses Praktikums. • Einführung der Vierwertigkeit zur Veranschaulichung der dynamischen Effekte bei der Zweiwertigkeit • Untersuchung der wesentlichen Effekte logischer Schaltungen an Beispielen • Wiederholung der notwendigen Methoden aus der digitalen Schaltungstechnik • Aufbau von Automaten am Steckbrett • Aufbau von Automaten in einer µC-Umgebung • Koppeln der Automaten zu einem Gesamtsystem • Realisierung eines Geschicklichkeitspiel aus den gekoppelten Automaten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden erklären die Vierwertigkeit und veranschaulichen dynamische Effekte • Die Studierenden formulieren die Vor- und Nachteile einer asynchronen Schaltung gegenüber einer synchronen Erschaffen • Die Studierenden entwerfen einen Automaten in einer µC-Umgebung • Die Studierenden erstellen eines Komplettsystems aus mehreren Automaten

		LERN- BZW. METHODENKOMPETENZ Die Studierenden erwerben praktische Erfahrungen im Erstellen von Automaten mit einer µC-Umgebung SELBSTKOMPETENZ • Die Studierenden können in Gruppen kooperativ arbeiten und verbinden die einzelnen Automaten zu einem Gesamtsystem
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96261	**Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen** (Practical course on integrated circuits for wireless technologies)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Marco Dietz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Aufbauend auf den Kenntnissen der Vorlesung und Übung "Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen" werden im Rahmen dieses Blockpraktikums integrierte Hochfrequenzschaltungen mithilfe von Cadence simulativ entwickelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen / Verstehen: Die Studierenden vertiefen ihre Grundkompetenzen in den folgenden Bereichen: • Analoge Schaltungstechnik • Entwurf Integrierter Schaltungen • Hochfrequenztechnik • Schaltungen für Funkanwendungen Anwenden: Die Studierenden erhalten • praktische Erfahrung im Entwurf ausgewählter Schaltungen der Kommunikationstechnik • praktische Erfahrung mit der CAD Software "Cadence Virtuoso Analog Design Environment" zum Entwurf integrierter Schaltungen • praktische Erfahrung mit linearen und nichtlinearen Simulationstechniken ("S-Parameter", "Harmonic Balance") zur Analyse der HF Parameter von Schaltungen Beurteilen: Die Studierenden entwickeln • Verständnis für Optimierungsmöglichkeiten von integrierten Schaltungen, insbesondere Hochfrequenzschaltungen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 37 h Eigenstudium: 38 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 676551	**Praktikum Mikroelektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mikroelektronik (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Julian Schwarz Dr.-Ing. Tobias Dirnecker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Tobias Dirnecker
5	**Inhalt**	Ziel ist es, praktische Erfahrungen in den Bereichen Herstellungsverfahren und elektrische Charakterisierung, Simulation und Entwurf sowie der Anwendung von mikroelektronischen Bauelementen, Schaltungen und Systemen zu erlangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden Fachkompetenz Verstehen verstehen Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren für Halbleiterbauelemente stellen typische Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Bauelemente und Schaltungen dar Anwenden analysieren grundlegende Schaltungen Lern- bzw. Methodenkompetenz wenden Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren für Halbleiterbauelemente praktisch an erwerben praktische Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Bauelemente und Schaltungen sind in der Lage typische Schaltungen aufzubauen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Studienrichtung Mikroelektronik im Bachelorstudium • Absolvierung Modul Schaltungstechnik und Modul Digitaltechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	

12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Vorbereitende Literatur für die Versuche: • Praktikumsskripte • º Tietze, Schenk: Halbleiterschaltungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 504311	**Praktikum Mixed-Signal-Entwurf** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mixed-Signal-Entwurf (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel Florian Deeg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	In dem Praktikum wird in Gruppenarbeit ein integrierter CMOS Verstärker entworfen. Ausgehend von einer vorgegebenen Spezifikation wird das Modell auf Systemebene und Schaltungsebene erarbeitet, und mit Hilfe von Simulation validiert. Die Aufgabenstellung wird mit Unterstützung der Cadence Software gelöst, und schließt mit dem Layout der Schaltung ab. Das Praktikum wird in Gruppen durchgeführt • Schaltungsentwurf • Simulation • Layout
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen Verstehen • klassifizieren Charakterisierungsmethoden und Herstellungsverfahren aus der Mikroelektronik • erklären typische Werkzeuge und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen Anwenden • analysieren grundlegende mikroelektronische Schaltungen Erschaffen • erstellen aus einer gegebenen Aufgabenstellung eine komplette Schaltung mit Layout Lern- bzw. Methodenkompetenz • erwerben praktische Erfahrungen mit typischen Werkzeugen und Verfahren für die Verifikation und den Entwurf mikroelektronischer Schaltungen Selbstkompetenz • können in Gruppen kooperativ arbeiten und Schaltung / Layout beurteilen und gegebenfalls verbessern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92504	**Praktikum: Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Numerische Methoden der Halbleiterbauelemente (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	• Selbständige Implementierung von numerischen Algorithmen sowie Anwendung von kommerziellen Simulationswerkzeugen am Beispiel der Halbleiterbauelemente • Grundlagen der numerischen Simulation von Kontinuumsgleichungen am Beispiel des Halbleitertransports
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Lösungen partieller Differentialgleichunssysteme unter Verwendung der finiten Volumen sowie der finiten Differenzen • Interpretation und Beurteilung von Simulationsergebnissen anhand von Stromtransport in Halbleitern • Bedienung von kommerziellen Simulationswerkzeugen, inkl. Gemeotrieerzeugung, Diskretisierung, Parameter-Datenbanken, sowie Visualisierung von Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• S. Selberherr, Analysis and Simulation of Semiconductor Devices • J. Jin, The Finite Element Method in Electromagnetics

		• Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 320376	**Praktikum Test** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Test (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Rumpel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Im Entwicklungsprozess elektronischer Bauteile wie auch bei deren Massenproduktion werden mit Hilfe automatischer Testsysteme die elektrischen Kenngrößen eines Bauteils erfasst. Das Praktikum Testen mit automatischen Testsystemen" gibt einen Einblick in typische messtechnische Aufgabenstellungen und Arbeiten, die während der Entwicklung integrierter mikroelektronischer Systeme vorkommen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Verstehen • Die Studierenden beschreiben die Abläufe im Laborbetrieb und erläutern die Eigenschaften eines Testsystems • Die Studierenden erklären die Elemente eines Testprogramms • Die Studierenden formulieren die verschiedenen Möglichkeiten von Test (Funktionstest, Dynamischer Test) • Die Studierenden erläutern die Entwicklung von Test-Pattern Analysieren • Die Studierenden analysieren das DUT und entwickeln daraus die richtige Auswahl an Testparametern Erschaffen • Die Studierenden entwerfen Test-Pattern für den Boundary-Scan-Test • Die Studierenden erstellen aus gegebener Aufgabenstellung komplettes Testprogramm • Die Studierenden beurteilen des Testprogramms unter Berücksichtigung von Produktivität und Debugging Lern- bzw. Methodenkompetenz • Die Studierenden erwerben praktische Erfahrungen im Umgang mit einem automatischen Testsystem (ATE) • Die Studierenden erfahren die Arbeitsumgebung in einem Reinraum-Labor und die sich daraus ergebenen Vorschriften Selbstkompetenz • Die Studierenden können in Gruppen kooperativ arbeiten und Fehleranalysen durchführen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 443121	**Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum zu High-Performance Analog- und Umsetzer-Design (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Benedict Scheiner Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Im Praktikum High-Performance Analog und Umsetzer Design wird ein Temperatursensor mit USB-Anschluss entwickelt. Die Teilnehmer müssen die einzelnen Schaltungsblöcke zuerst dimensionieren und simulieren, bevor die Schaltung auf einer Leiterplatte aufgebaut und gemessen wird. Im einzelnen sind folgende Blöcke zu untersuchen: • Temperaturstabilen Spannungsreferenz (Bandgap) • Präziser Instrumentenverstärker • Zeitkontinuierlicher Delta-Sigma Modulator • Nach Abschluss des Praktikums kann jeder Student seine eigene Platine mit nach Hause nehmen. Das Praktikum findet als einwöchige Blockveranstaltung während der Semesterferien im August/September statt. Die Anmeldung erfolgt über das WAS-System.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Konzepte von Analogschaltungen und Umsetzern anzuwenden und auf Basis dieser einen Temperatursensor mit USB Anschluss zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

Hauptseminare Mikroelektronik

1	**Modulbezeichnung** 750143	**Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL** (Advanced seminar on medical electronics and systems for ambient assisted living AAL)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	During the seminar current issues in the field of "Modern concepts in medical electronics" will be discussed. After a joint briefing the students will independently work on the chosen topic under the guidance of a supervisor. The results are summarized in a four-page seminar thesis. The main task of the seminar is a 30 minute presentation of each student. A discussion with the listeners concludes the seminar. Attendance during the whole workshop day is mandatory for passing the seminar. Topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Electronics based human assistance systems • Electronic systems for AAL Ambient Assisted Living • Electronical Systems incorporating Microsystem Components (MEMS) • BAN body area networks • Coupling of medical electronic systems to Patient health record data bases • Near body Energy Harvesting and Scavenging • Circuit design for microwave based blood analysis • MEMS Lab-on-chip • Vital parameter supervision
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students will acquire basic knowledge in research, topics preparation and presentation techniques. • Students will focus on technical issues for a given topic in the field of medical electronics. • Students will independently deepen a technical issue on a concrete example. • Students will learn the ability to familiarize themselves with unknown problems and to present the results. • Students will achive the ability to formulate questions as a active listener and to discuss technical issues.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92517	**Ausgewählte Kapitel der Halbleitertechnik und Halbleitertechnologie** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**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**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	Inhalt des Seminars ist die selbstständige Erarbeitung und schlüssige Darstellung eines Themas aus dem Gebiet der Silicium-Halbleitertechnologie. Als Grundlage dienen dabei Literaturvorgaben der Betreuer, die durch eigene Recherchen ergänzt werden sollen. Die Teilnehmer referieren im Rahmen eines 30-minütigen Vortrags über ihre Ergebnisse. Die Einzelthemen werden in jedem Semester neu gewählt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) • ° sind in der Lage, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Halbleitertechnologie nach entsprechender Literaturrecherche eigenständig zu vertiefen, Sachverhalte einzuschätzen und in einem Vortrag zur präsentieren. Selbstkompetenz können komplexe Sachverhalte anschaulich vor Publikum präsentieren sind in der Lage, technische Sachverhalte zu diskutieren Sozialkompetenz können komplexe Sachverhalte anschaulich vor Publikum präsentieren sind in der Lage, technische Sachverhalte zu diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Vorlesungen Halbleitertechnologie I - Technologie Integrierter Schaltungen, Halbleitertechnik I - Bipolartechnik und/oder Halbleitertechnik II - CMOS-Technik.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92505	**Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar: Aktuelle Themen der Halbleitersimulation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Friedhard Römer
5	**Inhalt**	Erarbeitung und Präsentation von physikalischen Modellen und numerischen Methoden für die Simulation von (opto-)elektronischen Bauelementen. *Ablauf eines Seminars* |Organisation des Seminars| Die Vergabe der angebotenen Vortragsthemen erfolgt im Rahmen des Vorbesprechungstermins. Die einzelnen Vortragstermine werden in der Vorbesprechungsrunde festgelegt. Die Seminartermine sind typischerweise Doppeltermine mit zwei Vorträgen und dazugehöriger Diskussion. Die Dauer des Seminarvortrags beträgt 30 Minuten. Im Anschluss an den Vortrag sind weitere 15 Minuten zur Diskussion und Beantwortung von Fragen vorgesehen. Der Besuch aller Seminarvorträge ist für die Seminarteilnehmer zum Erhalt des Scheins Pflicht. |Einführung in die Vortragstechnik| In einer der ersten Vorlesungswochen findet ein Pflichttermin für alle Seminarteilnehmer statt, an dem von einem Mitarbeiter eine einführende Präsentation zum Thema Vortragstechnik" gehalten wird. Dieser Vortrag soll den Seminarteilnehmern einen Einblick in Präsentationsgrundlagen und in die Gestaltung von Vortragsmedien vermitteln. |Schriftliche Ausarbeitung| Spätestens zwei Wochen vor dem Seminarvortrag muss die schriftliche Ausarbeitung zum Seminarthema abgeben werden. Diese sollte einen Umfang von 10 15 Seiten aufweisen. Die Ausarbeitung ist in Fließtext anzufertigen, d.h. das Abdrucken der kommentierten Präsentationsfolien ist nicht zulässig. Zwei Muster-Ausarbeitungen können dazu als PDF-Datei von der Lehrstuhl-Homepage heruntergeladen werden. Die äußere Form der Ausarbeitung wird als ein Kriterium bei der Gesamtbewertung der Seminarteilnahme herangezogen. Zusätzliche Punkte für die Bewertung des Seminarbeitrags sind: - Präsentationsfolien

		- Arbeitsweise und fachlicher Inhalt - Vortrag - Diskussion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Kenntnisse über zeitgemäße Verfahren für die numerische Modellierung von Halbleiterbauelementen. • Wissen über die Anwendung und den Gültigkeitsbereich dieser Modellierungsmethoden
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Leistungselektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wissenschaftliche Artikel zu den einzelnen Themen (werden z.T. vom Dozenten ausgegeben)

1	**Modulbezeichnung** 97760	**Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik)** (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	**Inhalt**	**Sommersemester: Integrierte Sender- und Empfängerschaltungen** Im SS werden integrierte Sender- und Empfängerschaltungen behandelt. Studenten sollen einen Einblick in die Technologieauswahl und den Schaltungsentwurf von Schlüsselkomponenten bekommen. Die Vortragsreihe beginnt mit Übersichtsthemen zu Empfängerarchitekturen und Halbleiter-Technologien sowie Simulationswerkzeugen für die Integration von RF-Schaltungen. Mit wechselnden Schwerpunkten auf verschiedenen Funkstandards, Halbleitertechnologien oder Frequenzbereichen werden integrierte RF-Schaltungen behandelt. Je nach Schwerpunkt sollen Schlüsselkomponenten wie rauscharme Verstärker, Mischer, spannungsgesteuerte Oszillatoren und Leistungsverstärker oder komplette Sender- und Empfängerschaltungen erörtert werden. Ein Besuch der Abteilung Analoges IC-Design des Fraunhofer-IIS rundet das Seminar ab. **Wintersemester: Digitaler Rundfunk** Im Seminar „Digitale Rundfunksysteme“ werden ausgewählte Themen zu neuen terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksystemen behandelt. Das Seminar startet mit einem historischen Exkurs in die Entwicklungsgeschichte des Radios und der Entwicklung des analogen Rundfunks in Deutschland sowie einer Einführung in die weltweit existierenden terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksysteme. Mit wechselnden Schwerpunkten werden neue Dienste sowie die technischen Komponenten, Übertragungs- und Datenprotokolle sowie neue Standards entlang der gesamten Übertragungskette vom Quellensignal über den Hochfrequenzkanal bis zum Empfänger behandelt. Ein Besuch bei funklust (ein Zusammenschluss der drei studentischen Medieninitiativen Campusradio bit express, Uniradio Unimax und dem Video-Format t°fau an der FAU), sowie Fachvorträge von externen Experten mit Diskussion zu neuen Entwicklungen runden das Seminar ab.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten. 2. Die Studierenden sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln. 3. Die Studierenden sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln. 4. Die Studierenden sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte. Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen werden ausdrücklich mindestens 4 Semester Bachelor-Studium in EEI, Informatik oder IuK.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird je nach Schwerpunktwahl des Seminars neu festgelegt.

1	**Modulbezeichnung** 97770	**Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation** (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Meyer Adam Kalisz Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**Sommersemester: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)** Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsseitige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können. **Wintersemester: Roboternavigation** Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten. 2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.

		3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln. 4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte. Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen. Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96318	**Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar über aktuelle Themen der Optoelektronik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Friedhard Römer Prof. Dr. Bernd Witzigmann Jeannette Konhäuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	Es werden aktuelle Themen aus dem Gebiet der Photonischen Komponenten und deren Aufbau und Funktionsweise behandelt. Themen werden in der Vorbesprechung diskutiert. Teilnehmer haben die Chance auf Wunsch eigene Themen einzubringen. *Ablauf eines Seminars* |Organisation des Seminars| Die Vergabe der angebotenen Vortragsthemen erfolgt im Rahmen des Vorbesprechungstermins. Die einzelnen Vortragstermine werden in der Vorbesprechungsrunde festgelegt. Die Seminartermine sind typischerweise Doppeltermine mit zwei Vorträgen und dazugehöriger Diskussion. Die Dauer des Seminarvortrags beträgt 30 Minuten. Im Anschluss an den Vortrag sind weitere 15 Minuten zur Diskussion und Beantwortung von Fragen vorgesehen. Der Besuch aller Seminarvorträge ist für die Seminarteilnehmer zum Erhalt des Scheins Pflicht. |Einführung in die Vortragstechnik| In einer der ersten Vorlesungswochen findet ein Pflichttermin für alle Seminarteilnehmer statt, an dem von einem OTE-Mitarbeiter eine einführende Präsentation zum Thema Vortragstechnik" gehalten wird. Dieser Vortrag soll den Seminarteilnehmern einen Einblick in Präsentationsgrundlagen und in die Gestaltung von Vortragsmedien vermitteln. |Schriftliche Ausarbeitung| Spätestens zwei Wochen vor dem Seminarvortrag muss die schriftliche Ausarbeitung zum Seminarthema abgeben werden. Diese sollte einen Umfang von 10 15 Seiten aufweisen. Die Ausarbeitung ist in Fließtext anzufertigen, d.h. das Abdrucken der kommentierten Präsentationsfolien ist nicht zulässig. Die äußere Form der Ausarbeitung

		wird als ein Kriterium bei der Gesamtbewertung der Seminarteilnahme herangezogen. Zusätzliche Punkte für die Bewertung des Seminarbeitrags sind: - Präsentationsfolien - Arbeitsweise und fachlicher Inhalt - Vortrag - Diskussion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme 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.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92527	**Joint communications and sensing in wireless systems** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Joint Communications and Sensing in Wireless Systems (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Radio sensing as an integrated capability of mobile communication networks have been identified as one of the key features of future 6G cellular systems. The main challenge here lies in the joint design of sensing and communications because mobile communications and radar, for example, are still designed as more or less independent technologies and systems with different design approaches. But, especially, the convergence of both technologies is of utmost interest, enabling benefits of integrated radio sensing like • sensing/radar-as-a-service, e.g., for object and obstacle detection, • joint signal processing frameworks for both target/environment detection/analysis and wireless communications, • highly synchronous operation of both technologies, • balancing dual-functional performance (coordination gain), • performing mutual assistance, • increasing resource efficiency using shared radio resources, • jamming detection and mitigation, • optimization of the network performance based on collected sensing information.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The design of JC&S-based wireless systems faces challenges in several electrical engineering areas, especially electronics design, radio-frequency (RF) design, information and communications technology (ICT) design, and system design. The seminar will examine the latest approaches, developments, and findings from research in the field of JC&S and Integrated Sensing and Communication (ISAC), respectively. And topics are offered across all of the aforementioned disciplines. Participants in this seminar are expected to have a basic knowledge of communications systems, such as those acquired in the Digital Communications and Fundamentals of Mobile Communications lectures.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) Ca. halbstündiger Vortrag (60%), Ausarbeitung im Umfang von 7-10 Seiten (30%), aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 319552	**Seminar Entwurf Integrierter Schaltungen** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Entwurf Integrierter Schaltungen (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Inhalt des Seminars sind wissenschaftlich und technologisch aktuelle Themen der Lehr- und Forschungsgebiete des LZS: • Alle Ebenen des Entwurfs Integrierter Schaltungen oder Systeme • Modellierung, Simulation und Test Integrierter Schaltungen • Algorithmen, Methoden und Werkzeuge für den rechnergestützten Entwurf • Anwendungen von Integrierten Schaltungen und Mikrosystemen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) • in der Lage sein, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Mikroelektronik nach entsprechender Literaturrecherche zu verstehen, die Sachverhalte zu beurteilen, zu erläutern und diese in einem Vortrag zu präsentieren Lern- bzw. Methodenkompetenz • eine Literaturrecherche zum Thema durchführen, wissenschaftliche Inhalte übersichtlich darstellen, die Materialsammlung analysieren und eine angemessene Stoffauswahl erstellen Selbstkompetenz • den Sachverhalt zum Seminarthema in einem anschaulichen Vortrag präsentieren und in der Lage sein, technische Sachverhalte zu diskutieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Dauer (in Minuten): 30 weitere Erläuterungen:

		- Erarbeitung des gestellten Themas innerhalb von 6 Wochen unter Anleitung eines Betreuers - Erstellung einer mind. 10-seitigen Zusammenfassung des Seminarthemas - Seminarvortrag von 30 Min. Dauer und anschließende Diskussion des Themas - Nach Wahl des Studierenden kann der Vortrag auch auf Englisch gehalten werden - der Seminarvortrag wird als digitale Fernprüfung über MS TEAMS abgehalten Prüfungssprache: Deutsch und Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 935856	**Seminar Entwurf und Zuverlässigkeit Integrierter Schaltungen und Systeme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Entwurf und Zuverlässigkeit Integrierter Schaltungen und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Meisel Prof. Dr.-Ing. Sebastian Sattler
5	**Inhalt**	Inhalt des Seminars sind wissenschaftlich und technologisch aktuelle Themen der Lehr- und Forschungsgebiete des LZS: • Alle Ebenen des Entwurfs Integrierter Schaltungen oder Systeme • Modellierung, Simulation und Test Integrierter Schaltungen • Algorithmen, Methoden und Werkzeuge für den rechnergestützten Entwurf • Anwendungen von Integrierten Schaltungen und Mikrosystemen Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Evaluieren (Beurteilen) • in der Lage sein, ausgewählte Themen aus dem Themenfeld Mikroelektronik nach entsprechender Literaturrecherche eigenständig zu vertiefen, die Sachverhalte zu beurteilen und diese in einem Vortrag zu präsentieren Lern- bzw. Methodenkompetenz • eine Literaturrecherche zum Thema durchführen, wissenschaftliche Inhalte übersichtlich darstellen und durch Analyse der Materialsammlung eine geeignete, angemessene Stoffauswahl treffen Selbstkompetenz • den Sachverhalt zum Seminarthema in einem anschaulichen Vortrag präsentieren und in der Lage sein, technische Sachverhalte zu diskutieren und den eigenen Standpunkt zu reflektieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Besuch von Entwurf Integrierter Schaltungen I und/oder II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Dauer (in Minuten): 30 weitere Erläuterungen: - Erarbeitung des gestellten Themas innerhalb von 6 Wochen unter Anleitung eines Betreuers - Erstellung einer mind. 10-seitigen Zusammenfassung des Seminarthemas - Seminarvortrag von 30 Min. Dauer und anschließende Diskussion des Themas - Nach Wahl des Studierenden kann der Vortrag auch auf Englisch gehalten werden - der Seminarvortrag wird als digitale Fernprüfung über MS TEAMS abgehalten Prüfungssprache: Deutsch und Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 987845	**Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag** (Advanced seminar medical electronics and electronic assistance systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Im Seminar werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Medizinelektronik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30 minütiger Vortrag jeder Studierenden und jedes Studierenden. Eine Diskussion mit den Zuhörerinnen und Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht. Themen: • Elektronik für Medizinische Diagnostik und Therapie • Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben im Alltag • Elektronische Systeme für AAL (Ambient Assisted Living) • Elektronische Systeme mit Microsystemtechnischen Komponenten (MEMS) • Kopplung Medizinelektronischer Systeme an Patientendatenbanken • Körpernahe Netzwerke • Körpernahe elektrische Energiegewinnung • Schaltungstechnik für Mikrowellenbasierte Blutbildanalyse • MEMS "Lab-on-chip (Labor auf Chipebene) • Vitalsensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studierenden erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Medizinelektronik. • Die Studierenden vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Medizinelektronik und zeigen dessen Relevanz in der medizinischen Anwendung auf. • Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studierenden 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92352	**Seminar Quantentechnologien** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Quantentechnologien 1 (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Roland Nagy
5	**Inhalt**	In dieser Lehrveranstaltung sollen Studierende selbstständig aktuelle Forschungsthemen im Bereich der Quantentechnologien erarbeiten. Diese Erkenntnisse sollen in Form eines wissenschaftlichen Vortrags und anschließender Diskussion vertieft werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die dieses Modul erfolgreich abgeschlossen haben • sollen die Fähigkeit haben, sich selbstständig in aktuelle Forschungsthemen im Bereich Quantentechnologien einzuarbeiten. • sollen ein vertieftes Verständnis zu aktuellen Forschungsfragen haben. • sollen sich mich komplexen wissenschaftlichen Fragestellungen auseinandersetzen. • sollen wissenschaftliche Themen votragen und diskutieren (Präsentationstechnik).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik (1 - 4) und Experimentalphysik (1 & 2) sollten abgeschlossen sein.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Haken, Herrmann & Wolf, Hans Christoph (2004): Atom- und Quantenphysik • Nolting, Christoph (2009): Grundkurs Theoretische Physik 5/1: Quantenmechanik Grundlagen

1	**Modulbezeichnung** 108984	**Seminar Technische Elektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Technische Elektronik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Fabian Michler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Im Seminar Technische Elektronik werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Schaltungstechnik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30-minütiger Vortrag jedes Studenten. Eine Diskussion mit den Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studenten erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Technischen Elektronik. • Die Studenten vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Technischen Elektronik. • Die Studenten erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studenten 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92361	**Smart City: Technologien und Systeme (TuS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Smart City: Technologien und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Themen zur Auswahl: • Toward Location-Enabled IoT (LE-IoT): IoT Positioning Techniques, Error Sources, and Error Mitigation • Positioning Techniques in IoT • Error Sources in IoT Localization • Energy Consumption of eMTC and NB-IoT for Smart City Applications • Vehicular Fog Computing • (C-)V2X • Mioty als sichere Massive IoT/LPWAN Lösung • Open Data • Artificial Intelligence for efficient urban mobility • Augmented / Mixed / Extended Reality • Smart Parking Systems • 5G Private/Campus Networks • Microgrid Technology
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schlüsselwörter: Smart City, IoT, Campusnetze, LPWAN, NB-IoT, Microgrids, Smart Parking, C-V2X, 5G, Augmented / Mixed / Extended Reality, Misty, Vehicular Fog Computing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminararbeit+Vortrag, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) 60% Vortrag: Präsentation (20 Min.) plus Verteidigung (10 Min) 30% Ausarbeitung (7 bis max. 10 Seiten A4) 10% Aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

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

Kernmodule Informationstechnik

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

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

		• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiratensystemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an • kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an The students • analyze discrete-time linear time-invariant systems by determining the describing function and parameters • apply fundamental approaches for the design of discrete-time systems and evaluate their performance • understand the differences between various methods for spectral analysis and apply them to the analysis of given signals • understand methods to represent multirate systems and apply them for the representation of filter banks • know basic methods for the analysis of finite word length effects and apply them to discrete-time linear time-invariant systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	*Empfohlene Literatur/ Recommended Reading:* *1.* J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. *2.* A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975. *3.* K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

1	**Modulbezeichnung** 93510	**Digitale Übertragung** (Digital communications)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Brand Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	Alle modernen Kommunikationssysteme basieren auf digitalen Übertragungsverfahren. Diese Vorlesung befasst sich mit den Grundlagen der Analyse und des Entwurfs digitaler Sender und Empfänger. Dabei wird zunächst von einem einfachen Kanalmodell bei dem das Empfangssignal nur durch additives weißes Gaußsches Rauschen gestört wird ausgegangen. Im Verlauf der Vorlesung werden aber auch Kanäle mit unbekannter Phase sowie verzerrende Kanäle betrachtet. Behandelt werden unter anderem digitale Modulationsverfahren (z.B. Pulsamplitudenmodulation (PAM), digitale Frequenzmodulation (FSK), und Kontinuierliche-Phasenmodulation (CPM)), Orthogonalkonstellationen, das Nyquistkriterium in Zeit- und Frequenzbereich, optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, die Signalraumdarstellung digital modulierter Signale, verschiedene Entzerrungsverfahren, und Mehrträger-Übertragungsverfahren.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors, • ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung, • charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum, • ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren, • entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren, • vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität, • entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen. • lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

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

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	1. Introduction: binomial distribution, (7,4)-Hamming code, parity-check matrix, generator matrix 2. Probability, entropy, and inference: entropy, conditional probability, Bayes law, likelihood, Jensens inequality 3. Inference: inverse probability, statistical inference 4. The source coding theorem: information content, typical sequences, Chebychev inequality, law of large numbers 5. Symbol codes: unique decidability, expected codeword length, prefix-free codes, Kraft inequality, Huffman coding 6. Stream codes: arithmetic coding, Lempel-Ziv coding, Burrows-Wheeler transform 7. Dependent random variables: mutual information, data processing lemma 8. Communication over a noisy channel: discrete memory-less channel, channel coding theorem, channel capacity 9. The noisy-channel coding theorem: jointly-typical sequences, proof of the channel coding theorem, proof of converse, symmetric channels 10. Error-correcting codes and real channels: AWGN channel, multivariate Gaussian pdf, capacity of AWGN channel 11. Binary codes: minimum distance, perfect codes, why perfect codes are bad, why distance isnt everything 12. Message passing: distributed counting, path counting, low-cost path, min-sum (=Viterbi) algorithm 13. Exact marginalization in graphs: factor graphs, sum-product algorithm

14. Low-density parity-check codes: density evolution, check node degree, regular vs. irregular codes, girth

15. Lossy source coding: transform coding and JPEG compression

--

1. Einleitung: Binomialverteilung, (7,4)-Hamming-Code, Paritätsmatrix, Generatormatrix

2. Wahrscheinlichkeit, Entropie und Inferenz: Entropie, bedingte Wahrscheinlichkeit, Bayessches Gesetz, Likelihood, Jensensche Ungleichung

3. Inferenz: Inverse Wahrscheinlichkeit, statistische Inferenz

4. Das Quellencodierungstheorem: Informationsgehalt, typische Folgen, Tschebyschevsche Ungleichung, Gesetz der großen Zahlen

5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung

6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation

7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma

8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität

9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanaäle

10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals

11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist

12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus

13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus

14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang

		15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life. The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding. For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity. They calculate these quantities for memoryless sources and channels. The students proof both the source coding and the channel coding theorem. The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity. The students apply source compression methods to measure mutual information. The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables. The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance. They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing. The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everydays life. The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution. The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression. -- Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an. Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.

		Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität. Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle. Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem. Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate. Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation. Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher. Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz. Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch. Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an. Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguäre Knotenordnungsverteilungen. Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression iin den Frequenzbereich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.

1	**Modulbezeichnung** 92730	**Kommunikationselektronik** (Communications electronics 1)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationselektronik (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Nives Berner Dr.-Ing. Jörg Robert Clemens Neumüller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jörg Robert
5	**Inhalt**	1.Einleitung 2.Darstellung von Signalen und Spektren • Kontinuierliche und diskrete Signale • Spektrum eines Signals • Unterabtastung und Überabtastung 3.Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems • Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems • Basisband- und Trägersignale • Empfänger-Topologien • Signale in einem Software Defined Radio System 4.Drahtlose Netzwerke 5.Übertragungsstrecke • Funkstrecke • Antennen 6.Leistungsdaten eines Empfängers • Rauschen • Nichtlinearität • Dynamikbereich eines Empfängers 7.Digital Downconverter • CIC-Filter • Polyphasen-FIR-Filter • Halbband-Filterkaskade • Interpolation 8.Demodulation digital modulierter Signale • Einführung • Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung Das Modul Kommunikationselektronik behandelt Aspekte der Schaltungstechnik und der Signalverarbeitung drahtloser Übertragungssysteme, die als sog. "Software Defined Radio" Systeme

aufgebaut sind. Als Beispiel dient der Empfänger eines einfachen Telemetrie-Systems, der von der Antenne bis zum Nutzdatenausgang behandelt wird. Schwerpunkte bilden der Aufbau und die Eigenschaften der Hardware des Empfängers sowie die Algorithmen zum Empfang von Telemetrie-Signalen. Dabei wird ein typisches System mit Hilfe eines miniaturisierten Empfängers und einer Verarbeitung mit dem MATLAB-kompatiblen Mathematikprogramm Octave implementiert. Die benötigte Software wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.

Content:

1. Introduction

2. Signal representation and discrete signals

   a. Continuous and discrete signals

   b. Signal spectrum

   c. Downsampling and upsampling

3. Structure and signals of a Software Defined Radio

   a. Block diagram of a Software Defined Radio

   b. Base band signals and carrier signals

   c. Receiver topologies

   d. Signals in a Software Defined Radio

4. Wireless networks

5. Transmission path

   a. Radio link

   b. Antennas

6. Performance data of a receiver

   a. Noise

   b. Nonlinearities

   c. Dynamic range of a receiver

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

		2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3.The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen* OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen * Datenübertragung von Punkt zu Punkt* Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten *Zuverlässige Datenübertragung* Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ *Vielfachzugriffsprotokoll* Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren *Routing* Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen *Warteraumtheorie* Modell und Definitionen, Littles Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume *Systembeispiel Internet-Protokoll* Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP) *Multimedianetze* Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für

		interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen • unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit • analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz • unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze • abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung • verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten • kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	M. Bossert, M. Breitbach, Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999

Vertiefungsmodule Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 43582	**Advanced Topics in Information Theory** (Advanced topics in information 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**	
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: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96000	**Antennen** (Antennae)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Antennen (2 SWS) Übung: Antennen Übung (0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Tim Pfahler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte) • Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen) • Linearantennen (Dipole, Linienquellen) • Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen) • Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzgesteuerte Arrays) • Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen) • Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektorantennen) • Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika) • Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele) • Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns) • Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme) • Antennen-Messtechnik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden. • erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich. • sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Passive Bauelemente • Elektromagnetische Felder I • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002. • Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &Sons, New York, 2nd Edition, 1997.

1	**Modulbezeichnung** 96885	**Auditory Models** (Auditory models)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Auditory Models (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler
5	**Inhalt**	• Main components of the human auditory system • Common models • Mechanical models • Physiological models • Psychoacoustic models • Applications (hearing aids, audio coding, . . .)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Goals • Students understand the structure and function of the human auditory system • Students gain deeper insight into psychoacoustic phenomena, such as masking, directional and spatial hearing • Students implement and evaluate perceptual models for various applications • Students collaborate with scientists in the fields of audiology and neuroscience
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96875	**Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre
5	**Inhalt**	Perceptual audio coding is ubiquitous in modern life (mp3 players, mobile phones, DVD players, computers, ...) Based on related classes (esp. Speech and Audio Processing"), this lecture aims at deepening the understanding of modern algorithms for perceptual source coding of audio. It includes an overview of the most relevant standardized coders, starting with MPEG-1 (incl. mp3) via MPEG-4 all the way to the most recent MPEG Audio standard. The significant algorithms are discussed and new approaches are described. The selected topics include: Efficient coding of several audio channels / parametric multi- channel coding Typical coding artifacts; subjective and objective quality assessment Scalable audio coding Bandwidth extension Semi-parametric audio coding Low-delay audio coding The lecture includes a number of demonstrations and audio examples to illustrate the discussed algorithms.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Wissen - Die Studenten kennen die Hauptkomponenten eines gehörangepassten Audiocodecs, sowie die wichtigsten Algorithmen, Codierstrategien und Bewertungsmethoden. Weiterhin kennen sie die Terminologie und gängige Abkürzungen aus diesem Kontext. • Verstehen - Die Studenten verstehen, wie Designentscheidungen in Audiocodecs die letztendlich erreichte Audioqualität beeinflussen, verstehen die gebräuchlichsten Tools aus dem Bereich der gehörangepasste Audiocodierung und wie verschiedene Anwendungsszenarien das Coderdesign bestimmen. • Anwenden - Die Studenten können übliche mathematische Analysemethoden verwenden, um einfache Coder-Componenten zu beschreiben und gegebenenfalls zu modifizieren.

		• Analysieren - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge dazu analysieren um die zugrundeliegenden Konzepte und Anforderungen zu erfassen. • Evaluieren (Beurteilen) - Die Studenten können Audiocodierungs-Standards und wahrnehmungsbasierte Messwerkzeuge evaluieren um zu beurteilen, welcher Standard bzw. welches Messwerkzeug das passendste ist für einen bestimmten Anwendungsfall. • Synthese - Die Studenten können eine Liste von Anforderungen und Bewertungskriterien für Audiocodecs zusammenstellen für gewünschte Anwendungsfälle. • Lern- bzw. Methodenkompetenz - Die Studenten hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96850	**Convex Optimization in Communications and Signal Processing** (Convex optimization in communications and signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Convex Optimization in Communications and Signal Processing (1 SWS) Vorlesung: Convex Optimization in Communications and Signal Processing (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Adela Vagollari Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	**Inhalt**	Convex optimization problems are a special class of mathematical problems which arise in a variety of practical applications. In this course we focus on the theory of convex optimization, corresponding algorithms, and applications in communications and signal processing (e.g. statistical estimation, allocation of resources in communications networks, and filter design). Special attention is paid to recognizing and formulating convex optimization problems and their efficient solution. The course is based on the textbook "Convex Optimization" by Boyd and Vandenberghe and includes a tutorial in which many examples and exercises are discussed.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • characterize convex sets and functions, • recognize, describe and classify convex optimization problems, • determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions, • apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems, • apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Signals and Systems, Communications
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization. Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme** (Digitale elektronische Systeme)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3 SWS) Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Albert-Marcel Schrotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen • Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen • Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden verstehen die Hardwarearchitekturen und Funktionsweisen von Komponenten digitaler Elektronischer Systeme wie Digital-Analog-Umsetzer, Analog-Digital Umsetzer, PLDs und FPGAs und können diese erläutern • Die Studierenden Verstehen die Qualitätsmerkmale von Digitalen Elektronischen Komponenten, können diese auf konkrete Komponenten anwenden und somit die Qualität von digitalen Elektronischen Komponenten anhand der in Datenblättern typischer weise gegebenen Qualitätsmerkmale evaluieren • Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren • Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Kernmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig

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

1	**Modulbezeichnung** 43400	**Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung** (Equalisation and adaptive systems for digital communications)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Equalization and Adaptive Systems for Digital Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	**Inhalt**	Bei der digitalen Übertragung spielen Kanalverzerrungen aufgrund ständig steigender Datenraten eine immer grössere Rolle. Bei vielen Anwendungen müssen für eine zuverlässige Übertragung komplexe Entzerrverfahren eingesetzt werden. Dies gilt sowohl für die leitungsgebundene als auch die drahtlose Kommunikation. Z.B. werden in der xDSL-Systemfamilie (Digital Subscriber Lines), die eine schnelle digitale Übertragung über Ortsanschlussleitungen gewährleistet, oft entscheidungsrückgekoppelte Entzerrverfahren oder Vorcodierungsverfahren eingesetzt und beim Mobilfunkstandard GSM und seiner Weiterentwicklung EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung bzw. zustandsreduzierte Entzerrung. Eng im Zusammenhang mit der eigentlichen Entzerrung stehen Adaptionsverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können. Lernziel: Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionsverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen. Content: Channel distortions are playing an increasingly important role in digital transmission due to constantly increasing data rates. In many applications, complex equalization techniques must be used for a reliable transmission. This applies to both wired and wireless communication. For example, decision feedback equalization or precoding techniques are often used in the xDSL (Digital Subscriber Lines) system family, which ensures fast digital transmission over local subscriber loops, and the GSM system and its advanced version EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) employ maximum likelihood sequence estimation and state-reduced equalization. Closely

		related to the task of equalization are adaptation methods with which the parameters of the equalizer can be optimally adjusted to the transmission channel. Objective: The aim of the lecture is a comprehensive presentation of common equalization and adaptation methods. The participants should acquire an in-depth knowledge of the various procedures which enables them to make meaningful design decisions in practice.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung, • setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten, • vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität, • wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus, • entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen, • formulieren Adaptionsalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal, • ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionsalgorithmus zu. Learning Objectives and Competences: The students - describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation, - realize various approaches in block diagrams and optimize their components, - compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity, - select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission, - design novel schemes for given requirements, - formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel,

		- assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Gerstacker, W.: Skriptum zur Vorlesung Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung. Huber, J.: Trelliscodierung, Springer Verlag, Berlin, 1992. Benedetto, S., Biglieri, E.: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, 1999. Proakis, J. G.: Digital Communications. McGraw-Hill, New York, 3. ed., 1995. Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3. ed., 1996.

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	*Hinweis:* 1. Mehrere Übungsstunden werden rechnergestützt (Python) sein, um den Vorlesungsstoff durch eigene praktische Erfahrung zu vertiefen. 2. Eine Laborbesichtigung beim Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen soll den Studierenden Einblick in die einschlägigen Arbeiten zu GPS und Galileo geben. *Inhalte:* *|1. Überblick: Signale und Systeme|* • Einführung • GPS Global Positioning System • Galileo • Satellitenergänzungssysteme: EGNOS, WAAS, LAAS • Mathematische Grundlagen: Navigationssignale, Gold Codes, Cramer-Rao-Schranke für Laufzeitmessungen *|2. Grundlagen und Funktiosweise der Satellitenortung|* • Koordinatensysteme, Zeitsysteme und Orbits • Ausbreitungsbedingungen und Fehlerquellen • Positions-, Geschwindigkeits- und Zeitschätzung • Hochgenaue Positionsschätzung mittels Trägerphase *|3. GNSS Empfänger|* • Signalkonditionierung • Leistungsfähigkeit der GPS- und Galileo-Signale • Releschleifen zur Signalverfolgung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Eine Übersicht über die Möglichkeiten von GPS und Galileo soll die Beurteilungsfähigkeit der Studierenden für neue Anwendungen schärfen. 2. Durch vertiefte Kenntnisse der Grundlagen, Funktionsweise und Fehlerquellen sollen die Studierenden die gelösten Herausforderungen und die Grenzen von GPS und Galileo einschätzen lernen.

		3. Die Studierenden sollen ein nachrichtentechnisches Verständnis für die Funktionsweise eines GPS-Empfängers erlangen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Signal- & Systemtheorie, Wahrscheinlichkeitstheorie
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie: 1. Mindestens 75% der Hausaufgaben bestanden haben UND 2. Mindestens 75% der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	1. Pratap Misra, Per Enge, Global Positioning System", Ganga-Jamuna Press, 2001 2. E.D. Kaplan, C.J. Hegarty, Understanding GPS Principles and Applications"Artech House, 2. Auflage, 2006 3. Werner Mansfeld, "Satellitenortung und Navigation, Vieweg, 2004

1	**Modulbezeichnung** 96310	**Image and Video Compression** (Image and video compression)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Image and Video Compression (1 SWS)	-
3	Lehrende	Andy Regensky	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Multi-Dimensional Sampling* Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling *Entropy and Lossless Coding* Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding *Statistical Dependency* Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards *Quantization* Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization *Predictive Coding* Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM) *Transform Coding* Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts *Subband Coding* Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding *Visual Perception and Color* Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats *Image Coding Standards*

		JPEG and JPEG2000 *Interframe Coding* Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding *Video Coding Standards* H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal • unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten • verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten • berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer) • bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren • wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an • verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen • beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe • analysieren Blockschaltbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale • kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression. The students • visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal • differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding • understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data • determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)

		• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor • apply prediction and quantization for a common DPCM system • understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation • describe the principles of the human visual system for brightness and color • analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals • know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	J.-R. Ohm, Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	**Modulbezeichnung** 96101	**Integrierte Navigationssysteme** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Integrierte Navigationssysteme (1 SWS) Vorlesung: Integrierte Navigationssysteme (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**1. Überblick** • Von der Astronavigation zur Navigation mit Mikroelektronik • Messprinzipien & Positionsberechnung (Standlinien/-flächen) • Begriffsdefinitionen (s. US Federal Radionavigation Plan), Genauigkeit, Verfügbarkeit, Verlässlichkeit, Integrität, etc. • Systematische Strukturierung des Gebiets: siehe 2. bis 7. **2. Positions- und Lagebestimmung** • Funkausbreitung und Funkortung (Beispiel WLAN) • Fingerabdruckverfahren • Lokalisierung mit Markovketten **3. Koppelnavigation (Tracking) mittels Trägheitsnavigation** • Koordinatensysteme und ihre Einsatzgebiete • Mathematische Gundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt • Strapdown Inertial Navigation Systems • Sensorprinzipien und Trägheitssensoren • Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen • System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum • Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion **4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)** **5. Landmarken als lokaler Ortsbezug** • Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB • Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration **6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion** • Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS & Trägheitsnavigation **7. Einbettung von Navigationssystemen** • Assisted GPS oder Location Based Service Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln.

		2. Die Studierenden lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen. 3. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System¬theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Bei bestandener Prüfung wird die Note um eine Teilnotenstufe (z.B. von 2,0 auf 1,7) verbessert, wenn Sie mindestens 75% der Hausaufgaben einschließlich der Rechnerübungen erfolgreich absolviert haben. Eine Note besser als 1,0 wird nicht vergeben.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung.

1	**Modulbezeichnung** 96270	**Kanalcodierung** (Channel coding)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kanalcodierung (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4 SWS) Übung: Übungen zur Kanalcodierung (1 SWS)	5 ECTS 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	1) Introduction and Motivation 2) Fundamentals of Block Coding 3) Introduction to Finite Fields I 4) Linear Block Codes 5) Linear Cyclic Codes 6) Introduction to Finite Fields II 7) BCH and RS Codes 8) Convolutional Codes 9) Codes with Iterative Decoding
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Modul Kanalcodierung umfasst eine Einführung in die Grundlagen der algebraischen, fehlerkorrigierenden Blockcodes sowie einen Einstieg in die Thematik der Faltungscodes. Iterativ decodierte Codeschemata wie Turbo-Codes und LDPC-Codes werden ebenfalls eingeführt. Im Einzelnen sind die Inhalte oben aufgeführt. Die Studierenden definieren die Problematik der Kanalcodierung, grenzen sie von anderen Codierverfahren (z.B. der Quellencodierung) ab und kennzeichnen die unterschiedlichen Ansätze zur Fehlerkorrektur und -erkennung. Sie nennen Beispiele für Einsatzgebiete von Kanalcodierung und geben einen Überblick über die historische Entwicklung des Fachgebiets. Die Studierenden erstellen Übertragungsszenarien für den Einsatz von Kanalcodierung bestehend aus Sender, Übertragungskanal und Empfänger und beachten dabei die Grundannahmen beim Einsatz von Blockcodes bzw. der Modellierung der Kanäle. Sie formulieren mathematische Beschreibungen der Encodierung sowie der optimalen Decodierung bzw. suboptimaler Varianten. Die Studierenden beherrschen die Grundlagen fehlerkorrigierender linearer Blockcodes, beschreiben diese mathematisch korrekt mittels Vektoren und Matrizen über endlichen Körpern und implementieren und bewerten zugehörige Encoder- und Decoderstrukturen insbesondere Syndromdecoder. Dabei modifizieren sie Generatormatrizen, ermitteln Prüfmatrizen und erstellen Syndromtabellen. Sie schätzen die minimale Hammingdistanz von Codes mittels Schranken ab und können den erzielbaren Codegewinn erläutern. Sie kennen und benutzen beispielhaften Codefamilien (z.B. Hamming-Codes, Simplex-Codes, Reed-Muller-Codes).

Die Studierenden erkennen die Vorteile zyklischer linearer Blockcodes und beschreiben diese mit Polynomen über endlichen Körpern. Sie nutzen die Restklassenrechnung bzgl. Polynomen zur Umsetzung systematischer Encoder und zur Realisierung von Syndromdecodern mittels Schieberegisterschaltungen. Sie kennen beispielhafte Codefamilien.

Die Studierenden nutzen Primkörper, Erweiterungskörper, Minimalpolynome und Kreisteilungsklassen sowie die Spektraldarstellung über endlichen Körpern zur Realisierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes gemäß der BCH-Schranke. Sie verstehen die Grundlagen der Decodierung von BCH- und Reed-Solomon-Codes. Sie skizzieren und erläutern die Kanalcodierkonzepte von CD und DVD.

Die Studierenden erklären die Unterschiede von Faltungscodes und Blockcodes, skizzieren anhand von tabellierten Generatorpolynomen zugehörige Encoder und erläutern diese. Sie erklären die Funktionsweise des optimalen Decoders (MLSE) und demonstrieren diese beispielhaft.

Die Studierenden verstehen die Grundlagen der iterativen Decodierung, insbesondere wenden sie die Grundlagen des Information Combining zur Kombination von verschiedenen Beobachtungen an. Sie verstehen die Bedeutung von Log-Likelihood-Ratios bei iterativen Decodieruvorgängen und berechnen diese. Sie skizzieren die grundlegenden Encoder- und Decoderstrukturen von Turbo-Codes und die Grundzüge der Codierung mit LDPC-Codes u.a. der Decodierung mittels Belief Propagation.

Die Vorlesung erfolgt wechselweise auf Deutsch oder Englisch (Winter/ Sommer). Die zur Verfügung gestellten Unterlagen sind ausschließlich in Englisch gehalten. Die Studierenden verwenden entweder die englischen Fachtermini sicher oder kennen diese und drücken sich sicher mit den entsprechenden deutschen Fachbegriffen aus.

Die Umsetzung der angegebenen Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) sollten die Studierenden zu diesem Zeitpunkt des Studiums üblicherweise beherrschen. Übungen hierzu bleiben der Eigeninitiative überlassen.

Students define the problems of channel coding, how to distinguish it from other coding methods (such as source coding) and how to describe the various different approaches to error correction and detection. They are able to list example application areas of channel coding and give an overview of the historical development of the field.

		Furthermore, they describe and analyze transmission scenarios for the application of channel coding which consist of transmitter, transmission channel and receiver, taking into account the general assumptions for applying block codes or modeling the channels. They formulate mathematical descriptions of encoding, optimal decoding and sub-optimal methods. Students illustrate the principles of error-correcting linear block codes and describe them mathematically using vectors and matrices over finite fields. They implement and analyze corresponding encoder and decoder structures, in particular syndrome decoders, and modify generator matrices, construct test matrices and create syndrome tables. They estimate the minimum Hamming distance of codes using bounds and are able to explain the coding gain that can be achieved in individual cases. They analyze and use example code families (e.g. Hamming codes, simplex codes, Reed-Muller codes). Students explain the advantages of cyclic linear block codes and how to describe them with polynomials over finite fields. They apply polynomial modular arithmetic to implement systematic encoders and realize syndrome decoders using shift register circuits. They know and use exemplary code families. Students use prime fields, extension fields, minimal polynomials and cyclotomic cosets, and spectral representation over finite fields to implement BCH and Reed-Solomon codes using the BCH bound. They understand the foundations of decoding BCH and Reed-Solomon codes and how to sketch and explain the channel coding concepts of CDs and DVDs. Students are able to describe the differences between convolutional codes and block codes, to sketch the respective encoders based on tabulated generator polynomials and to explain them. They are able to explain how optimal decoders (MLSE) work using examples. Students sketch the foundations of iterative decoding. In particular, they apply methods of information combining to combine different observations. They use and calculate log-likelihood ratios in iterative decoding processes, sketch the basic encoding and decoding structures of turbo codes and the basics of coding using LDPC codes (including decoding using belief propagation). Students either are able to use the English technical terms correctly or know them and are able to express themselves using the respective technical terms in German.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.

		It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Hilfsblatt, Taschenrechner: Sie können ein einzelnes A4-Blatt (Vorder- und Rückseite oder andere Blätter mit offensichtlich identischer Gesamtfläche) verwenden, um Ihre eigene, handschriftliche Formelsammlung aufzuschreiben. Sie können einen nicht programmierbaren Taschenrechner verwenden. Cheat Sheet, Calculator: A single A4 sheet (front and back, or any other collection of sheets with an obviously identical total area size) can be used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder 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 oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung • M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013 • M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley & Sons, 1999 • B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996 • S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Jürgen Frickel
5	**Inhalt**	Einführung • Information und Kommunikation • Anwendungsgebiete - Kommunikation **Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen** • Grundlegende Definitionen und Klassifikationen • Grundlegende Strukturen **Protokolle und Schnittstellen** • Grundlagen • Basis-Verfahren und Beispiele • TCP/IP-Protokol • Referenzmodell nach ISO/OSI • Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC) • Bitübertragungsschicht/Physical Layer • Übertragungsmedien **Hardware in Kommunikationsstrukturen** • HW-Architekturen und Funktionsblöcke • Digitale und Analoge Komponenten • Schaltungsdetails von Komponenten **Grundlagen von Bussystemen** • Klassifikation • Funktionale Eigenschaften • Arbitrierungs-Verfahren **Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme** • Bus-Applikationen • Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .) • Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .) • Busse für Rechensysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .) • Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .) **Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen**

		• Feldkommunikation • Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .) • Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .) • Weitverkehrsnetze • SDH, PDH, ATM,
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden. 2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96030	**Medizinelektronik** (Medical electronics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Medizinelektronik - Übung / Medical Electronics Exercises (2 SWS) Vorlesung: Medizinelektronik - Medical Electronics (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Thomas Kurin Dr. Jens Kirchner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Jens Kirchner
5	**Inhalt**	The Lecture and exercise deals with the following topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Challenges for medical engineering from demographic development and epidemiology of common diseases • Concepts for chronic disease management and elderly care • Regulatory framework of circuit design for medical devices • Circuit design of standard medical equipment ECG, EEG, EMG, SpO2 • Sensor principles and circuit design for biosignal acquisition • Analog-digital balance • Energy management for medical devices • Body near energy harvesting • Health data transmission • Electronic systems for ambient assisted living (AAL) • Circuit technology for lab-on-chip and microelectromechanical systems (MEMS) • Circuit technology for implants and wearable systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will gain • Substantial knowledge on principles of circuit design for medical electronic devices • Substantial knowledge on circuit design for standard medical devices, e.g. ECG, EEG, EMG • Substantial knowledge on design of medical sensors • Substantial knowledge on system design for health assistance systems, wearable medical devices and implants • Ability to analyze circuit diagrams of medical electronic devices • Ability to separate medical electronic devices into their subfunctions • Ability to analyze energy budget of medical devices, particularly wearable systems • Basic ability to design electronic circuits to comply with regulatory requirements
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Completion of the modules "Circuit design" ("Schaltungstechnik") or "Electronics and circuit design" ("Elektronik und Schaltungstechnik") is recommended before attending the course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 96300	**MIMO Communication Systems** (MIMO communication systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: MIMO Communication Systems (3 SWS) Übung: MIMO Communication Systems - Tutorial (1 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Hedieh Ajam	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	**Inhalt**	Modern communication systems employ multiple antennas at the transmitter and/or receiver creating a multiple-input multiple-output (MIMO) system. This course covers the fundamental mathematical and communication theoretical concepts necessary for the design and analysis of MIMO communication systems. Relevant topics include MIMO Channel Capacity, Receive Diversity, Transmit Diversity, Space-Time Coding, Spatial Multiplexing, MIMO Transceiver Design, Multi-user MIMO, Massive MIMO, Relay-based MIMO, and applications in modern communication systems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn about different MIMO channel models, • analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability, • determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain, • compare and evaluate different MIMO receiver designs, • characterize the rate region of multiuser systems, • analyze massive MIMO systems, • discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures. Die Studierenden • lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen, • analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit, • ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn, • vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien, • charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen, • analysieren Massive-MIMO-Systeme, • diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic course in communications
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 43141	**Mobile Communications** (Mobile communications)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1 SWS) Vorlesung: Mobile Communications (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Ali Bereyhi Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	History of mobile communications, cellular systems, sectorization, spectral efficiency, co-channel interference, adjacent-channel interference, near-far effect, cellular network architecture, antenna types and parameters, free space propagation, reflection, attenuation, diffraction, scattering, classification of channel models, ground reflection model, Okumura-Hata model, shadowing, narrow-band fading, time- variant channels, scattering function, delay-Doppler spectrum, diversity principles, combining methods, diversity gain, multiplexing, duplexing, digital modulation, Gaussian filtered minimum shift keying, basics of channel coding, interleaving, global system for mobile communications, physical versus logical channels, frame structure, call set-up, synchronization, channel estimation, hand-off
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students explain the cellular structure of mobile communication systems. They students explain the physical mechanics of radio wave propagation in the cm-band. The students explain the GSM cellular communications standard. The students discuss the pros and cons of several multiple-access and duplexing methods. The students discuss the pros and cons of several modulation and coding formats. The students decide which antenna type is suitable for a given morphological structure of the environment. The students predict the amplitude and dynamic of the antenuation between a mobile transmitter and a fixed receiver. The students utilize diversity methods to improve the link quality. The students determine the coverage probability of a given cellular communication system. The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	Proakis, J.: Digital Communications, McGraw-Hill, 4th ed., 2001. Rappaport, T.: Wireless Communications: Principles & Practice, Prentice Hall, 2nd ed., 2001. Mouly, M., Paulet, M.: The GSM System for Mobile Communications, Cell & SYS, France, 1992. Goldsmith, A.: Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 687141	**Multiuser Information and Communications Theory** (Multiuser information and communications theory)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Tutorial for Multiuser Information and Communications Theory (1 SWS) Vorlesung: Multiuser Information and Communications Theory (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Saba Asaad Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	Linear vs. nonlinear multiple-access, CDMA as a canoncal framework for any multiple-access schemes, optimum multiuser detection, linear multiuser detection, interference cancellation, rate region, multiuser source coding, time sharing, multiuser channel codes, multiple-access channel (MAC), capacity region, mutual information versus minimum-mean squared error, Gaussian MAC, power region, Gaussian vector MAC, source coding with side information, degraded broadcast channel, Gaussian broadcast-MAC duality, Gaussian vector broadcast channel, dirty-paper coding, physically degraded relay channel, scalar Gaussian relay channel, Gaussian interference channel, cut-set bound, network coding, fading channels, multiuser water filling, block fading, diversity, user diversity, capacity versus outage, near-far gain, dual antenna arrays
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students model any multiple access method as a special case of code-division multiple access. The students apply various algorithms for multiuser detection. The students explain various types of multiuser channels and their limits to transport information. The students explain the limits of distributed source coding algorithms. The students apply the cut-set bound. The students explain the method of dirty-paper coding. The students collaborate on solving exercise problems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: A basic course on information theory (can be taken in parallel)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• El Gamal, A., Kim, Y.: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011 • Cover, T., Thomas, J.: Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, Hoboken, 2006 • Verdú, S.: Multiuser Detection, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998 • Tse, D., Viswanath, P.: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 96890	**Music Processing - Analysis** (Music processing - Analysis)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Music Processing Analysis (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Meinard Müller
5	**Inhalt**	Music signals possess specific acoustic and structural characteristics that are not shared by spoken language or audio signals from other domains. In fact, many music analysis tasks only become feasible by exploiting suitable music-specific assumptions. In this course, we study feature design principles that have been applied to music signals to account for the music-specific aspects. In particular, we discuss various musically expressive feature representations that refer to musical dimensions such as harmony, rhythm, timbre, or melody. Furthermore, we highlight the practical and musical relevance of these feature representations in the context of current music analysis and retrieval tasks. Here, our general goal is to show how the development of music-specific signal processing techniques is of fundamental importance for tackling otherwise infeasible music analysis problems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Expertise Understand • The students present central tasks in music processing in their own words and outline possible solutions. • The students understand the properties of different forms of representation of music. Apply • The students apply basic algorithms for the analysis and comparison of music signals. • Students can predict how different musical properties will affect the signal analysis. Analyze • The students observe and discuss the meaning and impact of parameters in music analysis. • The students compare different methods of analyzing periodicities. Evaluate • The students question assumptions that are often implicitly made when using analytical methods. • Students estimate when methods might work when analyzing specific music signals and when they typically fail. Learning and methodological skills

- The students prepare for the lecture using selected literature and Jupyter notebooks.
- The students question existing approaches regarding their applicability in practice.
- The students pay attention to efficiency issues in the algorithms discussed.

Self-competence

- The students question their understanding of what they have learned using exercises.
- The students formulate questions and ask them to the lecturer and the audience in the lecture.

Social skills

- The students independently organize learning groups in which the subject is discussed and deepened.
- The students simulate oral exams with their fellow students.

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.

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.

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.

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. Lern- bzw. Methodenkompetenz • Die Studierenden bereiten sich auf die Vorlesung anhand ausgewählter Literatur vor. • Die Studierenden hinterfragen bestehende Ansätze hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit in der Praxis. • Die Studierenden beachten Fragen der Effizienz bei den diskutierten Algorithmen. Selbstkompetenz • Die Studierenden hinterfragen ihr Verständnis von dem Gelernten anhand von Übungsaufgaben. • Die Studierenden formulieren Fragen und stellen diese in der Vorlesung an den Dozenten und die Zuhörerschaft. Sozialkompetenz • Die Studierenden organisieren selbständig Lerngruppen, in denen der Stoff diskutiert und vertieft wird. • Die Studierenden simulieren mit ihren Kommilitonen mündliche Prüfungen.
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: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	http://www.music-processing.de http://www.springer.com/gp/book/9783319219448

1	**Modulbezeichnung** 96895	**Music Processing - Synthesis** (Music processing - synthesis)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Musikverarbeitung - Synthese (2 SWS)	-
3	Lehrende	Maximilian Schäfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Maximilian Schäfer
5	**Inhalt**	• Verarbeitung von Audiosignalen durch parametrische Filter und Effekte • Erzeugung von künstlichen Klängen mit Mitteln der digitalen Klangsynthese • Klangwiedergabe in echten und virtuellen Räumen • Klangbeispiele und Demonstrationen • Programmiersprachen für Audio-Echtzeit-Verarbeitung *Content*: • a short history of electrical and electronic music • processing of audio signals by parametric filters and effects • digital sound synthesis • sound reproduction in real and in virtual environments • sound examples and demonstrations • programming languages for audio real-time processing
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beschreiben die speziellen Anforderungen für Audio-Echtzeit-Verarbeitung, • wenden ihre theoretischen Kenntnisse zeitdiskreter Signale und Systeme für die Verarbeitung und Erzeugung musikalischer Klänge an, • gestalten eigene Software-Realisierungen zur Klangsynthese, • entwerfen technische Systeme für musikalisch motivierte Aufgabenstellungen. The students • specify the special requirements for audio realtime processing, • apply their theoretical knowledge about discrete-time signals and systems to processing and synthesis of musical sounds, • design their own software realizations for sound synthesis • implement technical systems for digital music.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Das Vorlesungsskript und weitere Zusatzmaterialien zur Vorlesung werden via StudOn zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 43000	**Optische Kommunikationsnetze** (Optical communication networks)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Optische Kommunikationsnetze (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Herbert Haunstein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Herbert Haunstein
5	**Inhalt**	Global communication between billions of subscribers utilizing a multitude of devices is accomplished over a trans-continental fiber-optic transport network. End users worldwide access this network over copper cable (xDSL, HFC), by wireless technologies like WLAN, GSM, UMTS, LTE and also via GPON, EPON and WDM-PON (PON: Passive Optical Network). After a short distance ("the last mile") data streams from many users are aggregated (e.g. by IP routers) into higher data rate transport streams, which are then carried over cost-efficient and highly reliable optical connections. Rapid increase of data traffic has quickly evolved from Gigabit Ethernet (1GbE) to 10GbE and 100GbE data rates. To operate optical networks on a global scale, standards like OTN (Optical Transport Network) have been developed to provide high capacity links by use of many wavelengths together with operations and maintenance (OAM) functions. Automated protection and restauration schemes provide a high level of availabilty and can guarantee carrier-grade Quality of Service (QoS). Future data rate increase will be driven by video streaming as well as the introduction of 5G wireless technology and the Internet of Things (IoT). The course shall provide a fundamental understanding of modern fiber optic networks from fixed and mobile access through metropolitan area to core networks. 1) Introduction – Evolution of optical networks 2) Network layers - Internet Protocol – TCP/IP 3) Label switching – MPLS – MPLS-TP 4) Quality of Service - traffic classification – resource allocation 5) Ethernet - switching and physical transport 6) Optical Transport Network - OTN 7) Optical fiber properties – optical amplification 8) Optical transmitter – laser – modulator 9) Optical receiver – photo detection – Clock&Data recovery – Bit Error Ratio calculation 10) Modulation formats – transmission - margin allocation 11) Coherent detection – optical signal processing

		12) Optical networks – optical switching 13) Network control & automation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students ... • explain the functional building blocks of optical networks • can eloborate on the different tasks provided by the logical/ control plane (routing), the physical layer and transmission/data plane of optical networks • refer which standardisation organisation contributes to the different function of optical networks • explain the purpose of different protocols that interact along an end-to-end communication channel • describe technologies for E/O and O/E conversion and optical switches • express the design challenges of future optical systems for fixed and mobile access, data center interconnects, • metro-regional, core, ultra-long-haul and submarine networks
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) R. Ramaswami and K.N. Sivarajan: “Optical Networks”, Morgan Kaufman Publishers, 1998 2) U. Black: “Optical Networks - Third generation transport systems”, Prentice Hall, 2002 3) P. Tomsu and Chr. Schmutzer: “Next generation optical networks”, Prentice Hall, 2002 4) M. Bossert, M. Breitbach: “Digitale Netze”, Teubner Verlag, 1997 5) I. Kaminow and T. Li (eds.): “Optical fiber telecommunications IVA+B”, Academic Press, 2002 6) D.E. Comer, „Computernetworks and Internets, Pearson“, 2009 7) G.P. Agrawal, “Fiber optic communication systems”, Wiley, 1992, (new 1997)

		8) G.P. Agrawal, “Nonlinear fiber optics”, Academic Press, 1995 9) K. Petermann: “Laser Diode Modulation and Noise”, Kluver, 1991 10) L. Kazovsky et al., „Optical Fiber Communication Systems“, Artech House, 1996 11) K.-P. Ho, „Phase-Modulated Optical Communication Systems“, Springer 2005 12) H. Haunstein, Presentation material (slides) of the lectures (in English) 13)

1	**Modulbezeichnung** 92400	**Optische Übertragungstechnik** (Optical communication systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Optische Übertragungstechnik Übung (2 SWS) Vorlesung: Optische Übertragungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Esther Renner Benedikt Beck Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß	

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

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley & Sons, 1997 Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley & Sons, 3. Auflage, 2001 Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002 Skriptum zur Vorlesung Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008

1	**Modulbezeichnung** 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: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (91 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 96460	**Speech and Audio Signal Processing** (Speech and audio signal processing)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zur Sprach- und Audiosignalverarbeitung (1 SWS) Vorlesung: Sprach- und Audiosignalverarbeitung (3 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Mhd Modar Halimeh Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	It concentrates on algorithms for speech and audio signal processing with applications in telecommunications and multimedia, especially • physiology and models for human speech production and hearing: source-filter model, filterbank model of the cochlea, masking effects, • representation of speech and audio signals: estimation and representation of short-term and long-term statistics in the time and frequency domain as well as the cepstral domain; typical examples and visualizations • source coding for speech and audio signals: criteria, scalar and vector quantization, linear prediction, prediction of the pitch frequency; waveform coding, parametric coding, hybrid coding, codec standards (ITU, GSM, ISO-MPEG) • basic concepts of automatic speech recognition (ASR): feature extraction, dynamic time warping, Hidden Markov Models (HMMs) • basic concepts of speech synthesis: text-to-speech systems, model-based and data-driven synthesis, PSOLA synthesis system • signal enhancement for acquisition and reproduction: noise reduction, acoustic echo cancellation, dereverberation using single-channel and multichannel algorithms. Es werden Grundlagen und Algorithmen der Verarbeitung von Sprach- und Audiosignalen mit Anwendungen in Telekommunikation und Multimedia behandelt, insbesondere: • Physiologie und Modelle der Spracherzeugung und des Hörens: Quelle-Filter-Modell, Filterbank-Modell der Cochlea; Maskierungseffekte; • Darstellung von Sprach- und Audiosignalen: Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik in Zeit-, Frequenz- und Cepstralbereich; typische Beispiele, Visualisierungen; • Quellencodierung für Sprache und Audiosignale: Kriterien; skalare und vektorielle Codierung; lineare Prädiktion; Pitchprädiktion; Wellenform-/Parameter-/Hybrid-Codierung; Standards (ITU, GSM, ISO-MPEG)

		• Spracherkennung: Merkmalextraktion, Dynamic Time Warping, Hidden Markov Models • Grundprinzipien der Sprachsynthese: Text-to-Speech Systeme, modellbasierte und datenbasierte Synthese, PSOLA-Synthese • Signalverbesserung bei Signalaufnahme und wiedergabe: Geräuschbefreiung, Echokompensation, Enthallung mittels ein- und mehrkanaliger Verfahren;
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • understand basic physiological mechanisms of human speech production and hearing and can apply them for the analysis of speech and audio signals • apply basic methods for the estimation and representation of the short-term and long-term statistics of speech and audio signals and can analyze such signals by means of these methods • understand current methods for source coding of speech and audio signals and can analyze current coding standards • verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren • understand the basic principle of text-to-speech systems and can apply fundamental methods for speech synthesis • can apply basic algorithms for speech enhancement and understand their functionality for real-world data. Die Studierenden • verstehen die grundlegenden physiologischen Mechanismen der Spracherzeugung und des Hörens beim Menschen und können diese zur Analyse von Sprach- und Audiosignalen anwenden • wenden die grundlegenden Methoden zur Schätzung und Darstellung der Kurzzeit- und Langzeitstatistik von Sprach- und Audiosignalen an und können diese damit analysieren • verstehen die aktuellen Methoden zur Quellencodierung von Sprache-und Audiosignalen und können aktuelle Codierstandards analysieren • verstehen die Grundbausteine von Spracherkennungssystemen und können deren Funktion mittels Rechnersimulation analysieren • verstehen die Grundprinzipien von Text-to-Speech Systemen und können elementare Algorithmen zur Sprachsynthese anwenden • können elementare Algorithmen zur Signalverbesserung anwenden und für reale Daten analysieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Signale und Systeme I & II

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Gemäß themenbezogenen Angaben in der Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 96880	**Speech Enhancement** (Speech enhancement)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Speech Enhancement (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Emanuël Habets	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	**Inhalt**	**Description** We live in a noisy world! In all applications related to speech, from hands-free communication to human-machine interfaces, a speech signal of interest captured by one or more microphones is contaminated by noise and reverberation. The quality and intelligibility of the signal of interest depend highly on the level of noise and reverberation. Therefore, it is highly desirable, and sometimes even indispensable, to "clean up" the captured signals before storage, transmission, or reproduction. This course discusses both model-driven and data-driven methods to estimate the signal of interest and aims to provide a strong foundation for researchers, engineers, and graduate students interested in signal and speech enhancement. **Relation to other courses** This course is the most advanced course offered by the university on this topic and serves as an excellent basis from which to commence research in the area. Various aspects of the course bring students up to date with the very latest developments in the field, as seen in recent international conferences and journals. This course is well complimented by |Selected Topics in Perceptual Audio Coding| (Prof. Herre) and | Auditory Models| (Prof. Edler).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Formulate the speech enhancement problem mathematically. • Derive optimal single- and multi-channel filters to reduce noise and reverberation. • Evaluate and compare the performance of single- and multi-channel filters for speech enhancement. • Understand how reference signals and other prior information can be used in a speech enhancement system. • Understand the limitations and challenges of existing speech enhancement systems. • Understand the importance of binaural cues and the influence of a speech enhancement system on the binaural cues in the context of hearing aids. • Design a microphone array and analyze its performance.

		• Design a speech enhancement system for a given acoustic scenario. • Evaluate subjectively and objectively the performance of a speech enhancement system in terms of speech quality and intelligibility.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

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

		Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe): Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklostationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; Principal Component Analysis, Karhunen-Loeve Transformation; *Schätztheorie* Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke *Lineare Signalmodelle* Parametrische Modelle (Cepstrale Zerlegung, Paley-Wiener Theorem, Spektrale Glattheit); Nichtparametrische Modelle: Allpole-/Allzero-/ Pole-zero-(AR/MA/ARMA) Modelle; Lattice-Strukturen, Yule-Walker Gleichungen, PARCOR-Koeffizienten, Cepstraldarstellungen; *Signalschätzung* Überwachte Signalschätzung, Problemklassen; Orthogonalitätsprinzip, MMSE-Schätzung, lineare MMSE-Schätzung für Gaußprozesse; Optimale FIR-Filter; Lineare Optimalfilter für stationäre Prozesse; Prädiktion und Glättung; Kalman-Filter; optimale Multikanalfilterung (Wiener-Filter, LCMV, MVDR, GSC); *Adaptive Filterung* Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • analyze the statistical properties of random variables, random vectors, and stochastic processes by probability density functions and expectations as well as correlation functions and matrices and their frequency-domain representations • know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes • understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation • analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems

		• evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators. Die Studierenden • analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen • kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen • verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung • analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme; • evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Module Signale und Systeme I und Signale und Systeme II, Digitale Signalverarbeitung oder gleichwertige
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch) D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House, 2005 (englisch)

1	**Modulbezeichnung** 43420	**Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications** (Transmission and detection for advanced mobile communications)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker
5	**Inhalt**	The aim of this lecture is that the students acquire a basic knowledge of advanced transmission and detection techniques which are relevant to practical mobile communications systems. In the first part, it is shown how equalization schemes like decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE) can be applied to the GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) standard. Also, channel estimation for GSM/EDGE is covered. In GSM/EDGE, disturbance by interfering signals of other users is a further major problem. Therefore, interference cancellation algorithms are discussed in detail. The cases of several receive antennas and one receive antenna (single antenna interference cancellation) are distinguished. Several receive antennas can be also utilized for increasing the robustness against fading, applying diversity combination techniques. In the case of the availability of several transmit antennas only, additional space-time coding has to be used for realization of diversity gains. These aspects are also discussed in depth. Furthermore, an introduction to code-division multiple access (CDMA) transmission is given and it is shown how CDMA is applied in the UMTS system. The lecture is concluded by an introduction to digital transmission in the Long Term Evolution (LTE) system.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • describe basic equalization algorithms such as decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE), • apply equalization algorithms to the GSM / Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) mobile communication system, • formulate channel estimation methods for mobile communication systems, • characterize the interference problem in GSM / EDGE, - design interference suppression schemes for GSM/EDGE for receivers with a single antenna (single antenna interference cancellation) and multiple antennas, respectively, • characterize the performance of mobile communication networks for different reception schemes,

		• devise receivers for the realization of diversity gains for multiple receive antennas, • design space-time coding schemes for the realization of diversity gains for multiple transmit antennas, • describe transmission schemes which are based on code-division multiple access (CDMA), • apply reception techniques for CDMA to the UMTS system, • characterize the uplink transmission in the Long Term Evolution (LTE) system, • develop receivers for LTE. Die Studierenden • beschreiben grundlegende Entzerrverfahren wie entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung (Decision-Feedback Equalization, DFE) und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE), • wenden Entzerrverfahren auf das GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Mobilfunksystem an, • formulieren Kanalschätzverfahren für Mobilfunksysteme, • charakterisieren das Interferenzproblem bei GSM/EDGE, • entwerfen Interferenzunterdrückungsverfahren für GSM/EDGE für Empfänger mit einer Antenne (Single Antenna Interference Cancellation) und mehreren Antennen, • bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen bei Einsatz verschiedener Empfangsverfahren, • konzipieren Empfänger zur Realisierung von Diversitätsgewinnnen bei empfangsseitiger Antennendiversität • entwerfen Space-Time-Codierverfahren zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei sendeseitiger Antennendiversität, • beschreiben auf Code-Division Multiple Access (CDMA) basierende Übertragungsverfahren, • wenden Empfangsverfahren für CDMA auf das UMTS-System an, • charakterisieren die Aufwärtsstrecke von Long Term Evolution (LTE), • entwerfen Empfänger für LTE.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Systemtheorie, Nachrichtenübertragung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Lecture notes

1	**Modulbezeichnung** 96315	**Virtual Vision** (Virtual vision)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Virtual Vision (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Christian Herglotz
5	**Inhalt**	Menschliches Sehen Sichtfeld und Fovea Dynamic Range Stereoskopie Eigenschaften der Lichtfeldunktion • Helligkeit • 3D und Tiefe • Farben • Räumliche und zeitliche Auflösung Energieeffizienz in der Videokommunikation. Content: Human Vision Field of view and fovea Dynamic Range Stereoscopy Properties of the light field funtion • Brightness • 3D and depth • Colors • Spatial and temporal resolution Energy efficiency in video communications
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • give an overview on basic properties of the human visual system • know and explain all hardware and software components necessary to perform video capturing, processing, and display. • describe differences and properties of video formats such as fisheye, 360°, or high dynamic range • distinguish video formats and discuss advantages and disadvantages

		• show real-time demonstrations of these video formats with common portable devices • assess the quality and the compression performance of video formats • come up with new strategies to improve processing algorithms like stitching or compression.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodule Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (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**	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben. References for further reading will be given in the lecture.

Laborpraktika Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 894349	**Audio Processing Laboratory** (Audio processing laboratory)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Audio Processing Laboratory (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre Prof. Dr. Emanuël Habets Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler Prof. Dr. Nils Peters Prof. Dr. Meinard Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Meinard Müller
5	**Inhalt**	This lab course offers a general introduction to Python and possibly also to other languages (MATLAB, R, ...). In particular, functions, transforms, and algorithms that are important for analyzing and processing audio signals are covered. After a general part, the lab course will allow the participants to delve into a more specific application within audio and acoustic signal processing.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The goal of this lab course is to acquire a deeper understanding of audio processing techniques by experimenting with, modifying and extending existing code. Furthermore, programming skills in Python and possibly also in other languages (MATLAB, R, ...) are acquired. The students understand and implement computer programs for specific experiments described in the script accompanying the lab. They test and evaluate their programs by conducting a series of experiments within the field of audio signal processing. They understand the requirements of practical realizations, synthesize a solution for a given problem, and apply advanced disciplinary knowledge and skills in signal processing. The students evaluate and interpret results by applying various visualization techniques and statistical methods. They collaborate with fellows students, discuss their solutions, give feedback to each other, and reflect upon the underlying theory as well as implementation issues.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	This lab course requires a good understanding of basic principles in signal processing and some basic programming skills. Furthermore, it is beneficial to have some background in one of the more specific topics

		offered by the International Audio Laboratories Erlangen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97525	**Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr.Ing. Jürgen Seiler Viktoria Heimann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	Betrachtet man Anwendungen der Bild- und Videosignalverarbeitung stellt man fest, dass viele davon auf mobilen Plattformen ablaufen. Die dort verwendeten Systeme haben aber häufig nur eine reduzierte Leistungsfähigkeit und müssen besonders auf den Energieverbrauch achten. Nichtsdestotrotz sind aber auch einfache, mobile Systeme wie Smartphones oder Tablets in der Lage, anspruchsvolle Signalverarbeitungsaufgaben für Bild- und Videosignale durchzuführen. Dies umfasst zum Beispiel die Codierung von Bildern und Videos, aber auch die Erzeugung von Panoramen oder die Berechnung von Bildern mit hohem Dynamikumfang. Das Praktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen" soll die Herausforderung, die mit einer Verarbeitung dieser Signale auf eingebetteten Plattformen einhergehen genauer vermitteln und es wird aufgezeigt, wie man selbst auf Plattformen mit eingeschränkter Leistungsfähigkeit entsprechende Algorithmen umsetzen kann. Hierzu werden in dem Praktikum Raspberry Pis als Plattform verwendet und die Programmierung erfolgt in Python. Die Versuche umfassen den Aufbau und die Inbetriebnahme der eingebetteten Plattform, eine Einführung in Python und in die grundlegenden Prozesse der Bild- und Videosignalverarbeitung. Weitere Versuchsinhalte sind die Anbindung einer Kamera, Bildsignalverarbeitungsprozesse mit der Kamera und die Implementierung verschiedener digitaler Filter. Das Praktikum beinhaltet außerdem verschiedene Anwendungen computergestützten Sehens (Computer Vision). Die Detektion von Merkmalen und Objekten in Bildern und Videos werden einführend behandelt und aktuelle Computer Vision Anwendungen, wie die Erstellung eines Panoramas werden betrachtet. *Content*: Today, many image and video signal processing applications are running on embedded systems. However, the computational power and the energy storage is a limiting demand for embedded systems. Nevertheless, daily mobile devices like smartphone and tablet are able to perform signal processing tasks for image and video signals, for

		example coding of images and videos, the creation of a panorama or the calculation of images with high dynamic range. The image and video signal processing on embedded systems lab course should show the challenges that occur while handling with such mobile devices and the implementation of such algorithm on an embedded system. Therefore, Raspberry Pis as embedded systems and Python as coding language is used in the laboratory. The experiments include the setup of the Raspberry Pi, an introduction to Python and an introduction to image and video signal processing. In addition, a camera will be connected, signal processing will be done with the camera and digital filters are implemented. Moreover, the laboratory includes different computer vision applications like the creation of a panorama.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen • wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitunsalgorithmen an • erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python • beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen • bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche • reflektieren den Lernprozess während des Praktikums. The students • understand the challenges of the embedded system • make use of the coding language Python for image and video signal processing algorithms • implement functional programs with Python • evaluate the blocks of computer vision algorithms • evaluate the self-implemented programs by subjective and objective comparison • reflect the learning process in the laboratory.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 15 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Das Skript zum Praktikum Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben. The laboratory script "Image and video signal processing on embedded platforms will be handed out in the first session.

1	**Modulbezeichnung** 97520	**Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung** (Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (2 SWS)	-
3	Lehrende	Matthias Kreuzer Dr.-Ing. Heinrich Löllmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter. Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet. Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen. *Contents* In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters. The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing. The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required. The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden

		• erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an • analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus • verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung • reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorlesung Signale und Systeme I & II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended • J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. • A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975. • K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012

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

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

		Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen: • Software-Entwicklung unter Linux • Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller • Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt: • Löten an bedrahteten Bauelementen • Aufbau von einer Programmieradapterschaltung • Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display • Systematische Fehlersuche Durch die verwendeten Hard- und Software-Komponenten und generell gültigen Methodiken im Praktikum sind die erlernten Inhalte auch auf andere Mikrocontroller-Architekturen und Entwicklungssysteme übertragbar. Durch die Aufgabenstellungen des Praktikums sind die Studierenden später in der Lage, folgende Kommunikationsschnittstellen zu verstehen und eigene Treiber dafür zu entwickeln: • Serielle synchrone Datenübertragung (SPI) • serielle asynchrone Datenübertragung (UART) • parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden: • Befehlssatz des LCD Controllers HD44780 • Befehlssatz eines ISM Funkmoduls
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen • Kenntnisse in der Programmiersprache C • Grundverständnis von Booleschen Operationen • Englischkenntnisse • Deutschkenntnisse
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	

11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/

1	**Modulbezeichnung** 97651	**Laborpraktikum Image and Video Compression** (Laborpraktikum Multimediakommunikation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Laborpraktikum Image and Video Compression (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Christian Herglotz Kristian Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Christian Herglotz
5	**Inhalt**	• Einführung in die Programmierumgebung MATLAB • Realisierung der Verarbeitungsblöcke von Videocodern • Aufbau eines Videocodecs und optionale Erweiterungen • Durchführung eines subjektiven Vergleichs verschiedener Videocodecs • Präsentation und kritische Beurteilung der Ergebnisse *Content* • Introduction to MATLAB • Implementation of the single video codec processing blocks • Integration into the video codec pipeline, tests, and extensions • Participation in a subjective video test of selected implementations • Presentation and discussion of the achieved results.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erzeugen ein funktionsfähiges Programmsystem mit der Programmierumgebung MATLAB, • beurteilen die Funktionsblöcke von Video-Codern, • gestalten ihren eigenen Videocodec und entwickeln dazu von ihnen selbst gewählte optionale Erweiterungen, • bewerten die von ihnen realisierten Videocodecs durch einen subjektiven Vergleich, • reflektieren den Lernprozess während des Praktikums. * Learning Targets and Skills:* The students • create a fully functional program using the programming environment MATLAB, • evaluate the processing blocks of a typical video codec, • design their own video codec and enhance it by extensions of their choice, • evaluate their implemented video codecs in a subjective comparison, • reflect upon the methods conveyed during the laboratory.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Das Praktikum Image and Video Compression wendet sich an Studierende aus den Studiengängen EEI, IuK und CE, die die Vorlesung

		Bild- und Videocodierung (Image and Video Coding) im gleichen Semester hören oder bereits gehört haben. The lab course Image and Video Compression is suited for students from the field of study in EEI, IuK, WIng, ASC, CME, and CE, who participate in the lecture Image and Video Compression in the current summer semester or who have already attended the lecture.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Das Skriptum Praktikum Image and Video Compression wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben. The lab course notes will be distributed during the introductory meeting.

1	**Modulbezeichnung** 97640	**Laborpraktikum Mobilkommunikation** (Laboratory course: Mobile communication)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mobilkommunikation (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Adela Vagollari Yifei Wu Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker

5	**Inhalt**	Experiments
		
		•
		  ° Characteristics of real mobile radio channels such as distortions and time variability
		  ° models for mobile radio channels
		  ° effects on the performance of a mobile radio system
		•
		  ° Principles of different equalization methods
		  ° equalizer design for GSM / EDGE
		  ° simulation of trellis-based equalizers and visualization of the results
		•
		  ° Principle of OFDM
		  ° implementation-relevant aspects such as nonlinearities and peak-to-average-power ratio
		  ° synchronization and equalization
		• MIMO Transmission (2 experiments)
		
		———————————
		
		Versuche
		
		•
		  ° Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle wie Verzerrungen und Zeitvarianz,
		  ° Modelle für Mobilfunkkanäle
		  ° Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunksystems
		•
		  ° Prinzipien verschiedener Entzerrverfahren
		  ° Entzerrerdesign für GSM/EDGE
		  ° Simulation von trellisbasierten Entzerrern und Visualisierung der Ergebnisse
		•
		  ° Prinzip von OFDM
		  ° implementierungsrelevante Aspekte wie Nichtlinearitäten und Spitzenwertfaktor
		  ° Synchronisation und Entzerrung

		• MIMO Übertragung (2 Versuche)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • describe the characteristics of real mobile radio channels, • explain the principles of OFDM and MIMO transmission systems, • implement equalization and adaptation procedures in Matlab, • perform radio network simulations, • learn to develop program code, • work together in a small team. _____ Die Studierenden • charakterisieren die Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle, • erklären die Funktionsweise von OFDM- und MIMO-Übertragungssystemen, • implementieren Entzerrungs- und Adaptionsverfahren in Matlab, • führen Funknetzsimulationen durch, • erlernen Programmcode eingeständig zu entwickeln, • arbeiten zielorientiert in einem kleinen Team zusammen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse aus Vorlesungen zu Nachrichtenübertragung (Communications) und Systemtheorie (Signals and Systems); Inhalte des Moduls "Mobile Communications" sind erforderliche Voraussetzung für eine sinnvolle Teilnahme;
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	• There are 8 experiments to be completed as well as an introduction to Matlab. These are described in the course materials. • Each experiment is to be prepared in writing at home. The preparation is checked and evaluated (sufficient/not sufficient) at the beginning of each experiment. • The results of each experiment are to be kept on the experimental computers during the execution of the experiment (programming tasks) and are checked at the end of the experiment (sufficient/not sufficient). Measurement results are to be documented in writing. • To pass the course, 8 sufficient experiment preparations and 8 sufficient experiment executions are required. _____

		• Es sind 8 Versuche sowie eine Einführung in Matlab zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. • Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuchs überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). • Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. • Zum Bestehen des Praktikums sind 8 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 8 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation

1	**Modulbezeichnung** 97470	**Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme** (Laboratory course: Communication systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Nachrichtentechnische Systeme (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	1) Signale, Systeme, Störungen 1.1 Einführung 1.2 Theoretische Grundlagen 1.2.1 Spitzenwertbegrenzung und Aussteuerung 1.2.2 Spitzenwertfaktor 1.3 Versuchsequipment 1.3.1 Mögliche Messfehler 1.4 Versuchsdurchführungen 1.4.1 Filterung von Signalen 1.4.2 Störung von Signalen 2) Amplitudenmodulation 2.1 Einführung 2.2 Versuchsequipment 2.2.1 Benutzeroberfläche des Senders (TX) 2.2.2 Benutzeroberfläche des Empfängers (RX) 2.2.3 Auswertung aufgezeichneter Daten 2.2.4 Implementierung der Modulationsverfahren 2.3 Versuchsdurchführungen 2.3.1 Betrachtung verschiedener Sendesignale 2.3.2 Demodulationsverfahren 2.3.3 Übertragung über den AWGN-Kanal 2.3.4 ECB-Darstellung 3) Frequenzmodulation 3.1 Einführung 3.1.1 Phasenmodulation 3.1.2 Frequenzmodulation 3.1.3 Hochfrequente Sendesignale 3.2 Versuchsequipment 3.2.1 Implementierung der Modulationsverfahren 3.3 Versuchsdurchführungen 3.3.1 Signale im Zeitbereich 3.3.2 Signale im Frequenzbereich 3.3.3 FM-Spektrum für rauschartige Quellensignale 3.3.4 Demodulation 3.3.5 FM-Übertragung über den AWGN-Kanal 4) Pulscodemodulation 4.1 Einführung 4.2 Hard- und Software für die Versuche zur Pulscodemodulation 4.3 Versuchsdurchführungen 4.3.1 Abtasttheorem, PAM 4.3.2 PCM, gleichmäßige Quantisierung 4.3.3 PCM, logarithmisch kompandiert 4.3.4 PCM mit Bitfehlern 5) Digital Transmission of Data 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.3.1 Transmitter 5.3.2 Receiver 5.4 Lab Exercises 5.4.1 Signal Generation at the Transmitter 5.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 5.4.3 Transmission over the AWGN Channel 6) Informationstheorie 6.1 Einführung 6.1.1 Quellencodierung 6.2 Versuchsdurchführungen 6.2.1 Entropie 6.2.2 Huffman-Codierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der grundlegenden nachrichtentechnischen Übertragungsverfahren. Dazu analysieren sie zuerst die Signaleigenschaften von Audiosignalen und übertragen ihre theoretischen Kenntnisse auf die konkreten Beispiele im Labor. • Sie erzeugen im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale für analoge und digitale Modulationsverfahren (AM, FM, digitale PAM), die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren.

		• Sie bauen nach Anleitung Übertragunsstrecken für diese Verfahren auf und untersuchen die Effekte auf Empfängerseite. Dazu bestimmen sie Störabstände, Fehlerraten usw. Sie verdeutlichen sich die Effekte bei Abtastung und Quantisierung anhand von Audiosignalen. • Die im Modul "Nachrichtentechnische Systeme (bzw. "Grundlagen der Nachrichtenübertragung") vermittelten Kenntnisse der Informationstheorie nutzen sie zur Implementierung von einfachen Quellencodierern in MATLAB. • Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegeben Unterlagen und den Unterlagen zur Vorlesung "Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik selbständig vor. • Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. • Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten durch die Betreuer jederzeit gegeben ist. • Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst. Sie erkennen die Notwendigkeit gewisserhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die die Module *Nachrichtentechnische Systeme* oder *Grundlagen der Nachrichtenübertragung* bereits absolviert haben oder sie parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen. Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus *Software für die Mathematik* oder *Simulationstools*).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	• Es sind 6 Versuche zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben. • Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuch überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). Die schriftliche Vorbereitung ist vor Beginn des Versuchs zusätzlich auf StudOn elektronisch einzureichen. • Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten

		(Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend). Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. Zusätzlich sind erstellte Dateien und Unterlagen in Anschluss an die Versuchsdurchführung elektronisch auf StudOn zu hinterlegen. • Zum Bestehen des Praktikums sind 6 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 6 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig. • Die Teilnahme an einer einführenden Unterweisung in die verwendeten Geräte und die Lernplattform StudOn ist Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum.
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	• Skriptum zum Praktikum • J. Huber, Skriptum zur Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik

1	**Modulbezeichnung** 97535	**Laborpraktikum Statistische Signalverarbeitung** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Course Statistical Signal Processing (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Annika Briegleb	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	After an introduction to scientific programming with Python, experiments and exercises related to the following topics are carried out during the laboratory course: Fundamental properties of random variables and stochastic processes Properties of correlations matrices, Principal Component Analysis (PCA), KLT Parametric and non-parametric linear signal models MMSE signal estimation Kalman filtering with applications to source tracking Optimum multichannel filtering Introduction to adaptive filtering. In the second phase of the lab course, the students will work in small project teams on relevant research problems. Nach einer Einführung in den Gebrauch der Programmiersprache Python werden Experimente und Übungen zu folgenden Themen der Statistischen Signalverarbeitung durchgeführt: • Grundlegende Eigenschaften von Zufallsvariablen und stochastischer Prozesse • Eigenschaften von Korrelationsmatrizen, Hauptachsentransformation, KLT • Parametrische und nicht-parametrische lineare Signalmodelle • MMSE-Signalschätzung • Kalman-Filterung mit Anwendungen zur Signalquellenverfolgung • Optimale Mehrkanalfilterung, • Einführung in die adaptive Filterung. In der zweiten Phase des Praktikums werden die Studenten in kleinen Projektgruppen (max. 3 Studenten) selbstständig eine forschungsrelevante Problemstellung analysieren und mögliche Lösungssansätze erarbeiten, implementieren und evaluieren.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students implement Python codes to solve described problems and apply their collected knowledge, analyze, evaluate and discuss the implemented algorithms, familiarize themselves with the necessary steps to implement theoretical models, reflect their learning progress during the laboratory. Die Studenten • verfassen Python-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an, • analysieren und evaluieren implementierte Algorithmen, • erlernen die notwendigen Schritte zur praktischen Umsetzung von theoretischen Modellen, • reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Neben dem Skriptum zur Vorlesung "Statistical Signal Processing werden folgende Referenzen zur ergänzenden und vertiefenden Lektüre empfohlen: A. Papoulis, S.U. Pillai: "Probability, Random Variables and Stochastic Processes, 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007. S.M. Kay: "Fundamentals of Statistical Signal Processing, Volume I: Estimation Theory. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993. A.V. Oppenheim, R.V. Schafer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.

1	**Modulbezeichnung** 97720	**Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine** (Laboratory course: Systematic design with programmable logic devices (PLD))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum für systematischen Entwurf programmierbarer Logikbausteine (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	In diesem Praktikum wird eine Einführung in den systematischen Entwurf Programmierbarer Logikbausteine geben. Außerdem werden Grundkenntnisse in der Hardwarebeschreibungs- und Programmiersprache VHDL vermittelt. Auch alternative Eingabeformate, wie die Fuse-Map oder über Einfügen von Schaltplänen werden vorgestellt. Nach der Simulation werden die erstellten Programme auf realer Hardware, einem FPGA-Board, per In-System-Programmierung" getestet. Es besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in VHDL • Die Studierenden verstehen die der Hardware-Programmierung zu Grunde liegenden Systematik • Die Studierenden analysieren und vergleichen unterschiedliche Ansätze von Hardware-Beschreibungsmöglichkeiten • Die Studierenden vertiefen die Grundlagen der Digitaltechnik • Die Studierenden erlangen die Fähigkeit, einfache Problemstellungen systematisch in eine Hardwarebeschreibung umzusetzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Technische Wahlfächer (aus dem Angebot der Technischen Fakultät frei wählbar) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

1	**Modulbezeichnung** 93511	**Praktikum Digitale Übertragung** (Digital communication Lab)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung (3 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	**Inhalt**	• 1 Digital Transmission of Data 1.1 Introduction, Background, Motivation 1.2 Purpose 1.3 Lab Environment 1.3.1 Transmitter 1.3.2 Receiver 1.4 Lab Exercises 1.4.1 Signal Generation at the Transmitter 1.4.2 (Coherent) Receivers for Pulse Amplitude Modulation 1.4.3 Transmission over the AWGN Channel • 2 Implementation of Transmitter and Receiver in Matlab 2.1 Introduction, Background, Motivation 2.2 Purpose 2.3 Lab Environment 2.3.1 Oversampling factor 2.3.2 Transmitter 2.3.3 Channel 2.3.4 Receiver 2.4 Lab Exercises 2.4.1 Transmitter 2.4.2 Channel 2.4.3 Receiver 2.4.4 BER calculation • 3 Variants of PAM-Transmission Schemes 3.1 Introduction, Background, Motivation 3.2 Purpose 3.3 Lab Environment 3.4 Lab Exercises 3.4.1 Basic Pulse Shape 3.4.2 Offset-QAM 3.4.3 Gaussian Minimum Shift-Keying 3.4.4 "Carrierless Amplitude and Phase Modulation • 4 OFDM 4.1 Introduction, Background, Motivation 4.1.1 Orthogonal Frequency-Division Multiplexing 4.1.2 Bit Loading 4.2 Purpose 4.3 Lab Environment 4.4 Lab Exercises 4.4.1 OFDM Transmitter 4.4.2 OFDM Receiver 4.4.3 Bit Loading • 5 Signal Space Representation 5.1 Introduction, Background, Motivation 5.2 Purpose 5.3 Lab Environment 5.4 Signal Space Representation 5.4.1 Orthogonality 5.4.2 Orthogonalization 5.5 Lab Exercises 5.5.1 Transmission with signal elements 5.5.2 Gram-Schmidt Procedure 5.5.3 Frequency Shift Keying • 6 Signal Processing in MIMO Systems 6.1 Introduction, Background, Motivation 6.2 Lab Environment 6.3 Lab Exercises 6.3.1 System Model 6.3.2 SISO 6.3.3 SIMO 6.3.4 MIMO
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden vertiefen und erweitern ihre Kenntnisse der digitalen Nachrichtenübertragungsverfahren und der zugehörigen mathematischen Grundlagen anhand von Laborversuchen. Sie analysieren die Eigenschaften digitaler Pulsamplitudenmodulation und Varianten digitaler PAM. Dazu erzeugen sie im Labor mit der zur Verfügung gestellten Ausrüstung Sendesignale, die sie mit Hilfe üblicher Messgeräte (Oszilloskop, Effektivwertmesser) analysieren. Sie bauen Übertragunsstrecken für diese PAM-Verfahren auf und untersuchen die Effekte auf Empfängerseite. Sie bestimmen Störabstände, Fehlerraten usw. Des weiteren setzen die Studierenden ihre Kenntnisse der PAM-Übertragungsverfahren in selbst erstellte MATLAB-Routinen um, die die Simulation einer kompletten PAM-Übertragung mit Sender, Kanal und Empfänger am Rechner modellieren. In einem weiteren Versuch ergänzen die Studierenden dieses Modell um eine OFDM-Übertragung

und analysieren die Funktionsweisen von OFDM-Sendern und -empfängern. Sie untersuchen die Arbeitsweise von Ladealgorithmen bei OFDM-Systemen und implementieren diese in MATLAB.

Die Studierenden verdeutlichen sich das Konzept der Signalraumdarstellung in der digitalen Übertragung und implementieren ein beispielhaftes System in MATLAB. Sie erstellen Routinen zur Gram-Schmidt-Orthogonalisierung und zur FSK-Übertragung in MATLAB.

Die Studierenden analysieren einfache MIMO-Szenarien und implementieren entsprechende Empfängeralgorithemen.

Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegeben Unterlagen und den Unterlagen zum Modul "Digitale Übertragung selbständig vor. Sie sind in der Lage, die für den jeweiligen Versuch notwendigen theoretischen Kenntnisse vor und während des Versuchs zu erklären und zur Lösung der Laboraufgaben und vorbereitenden Hausaufgaben einzusetzen. Sie dokumentieren die durchgeführten Versuche selbständig in ihren Unterlagen, so dass die Nachvollziehbarkeit der Arbeiten jederzeit gegeben ist. Die Arbeit im Labor organisieren sie in Kleingruppen (2-3 Personen) selbst.
Sie erkennen die Notwendigkeit gewissenhafter Vorbereitung der Lerninhalte und disziplinierter Arbeitsweise im Labor.

Die Unterrichtssprache ist wahlweise Deutsch oder Englisch. Unterlagen werden ausschließlich auf Englisch zur Verfügung gestellt, weswegen die Studierenden die englischen Fachtermini kennen und nutzen.

Students deepen and extend their knowledge of digital message transmission methods and the associated mathematical principles by means of laboratory experiments. They analyze the properties of digital pulse amplitude modulation and variants of digital PAM. To this end, they generate transmit signals in the laboratory using the equipment provided and analyze them with the aid of standard measuring instruments (oscilloscope, rms meter). They build transmission links for these PAM methods and investigate the effects on the receiver side. They determine signal-to-noise ratios, error rates, etc.

Furthermore, the students implement their knowledge of the PAM transmission methods in self-created MATLAB routines, which model the simulation of a complete PAM transmission with transmitter, channel and receiver on the computer. In another experiment, students add an OFDM transmission to this model and analyze the operation of OFDM transmitters and receivers. They investigate the operation of loading algorithms in OFDM systems and implement them in MATLAB.

		Students clarify the concept of signal space representation in digital transmission and implement an example system in MATLAB. They create routines for Gram-Schmidt orthogonalization and FSK transmission in MATLAB. Students analyze simple MIMO scenarios and implement corresponding receiver algorithms. The students independently prepare the experiments in the laboratory using the issued documents and the documents for the module "Digital Transmission". They are able to explain the theoretical knowledge required for the respective experiment before and during the experiment and use it to solve the laboratory tasks and preparatory homework. They independently document the experiments carried out in their records so that the supervisors can trace the work at any time. They organize the work in the laboratory themselves in small groups (2-3 persons). They recognize the necessity of certain preparation of the learning content and disciplined working methods in the laboratory. The language of instruction is either German or English. Documents are provided exclusively in English, which is why the students know and use the English technical terms.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Das Praktikum richtet sich ausschließlich an Studierende, die das Moduls "Digitale Übertragung bereits absolviert haben oder es parallel zum Praktikum belegen. Die Inhalte dieses Moduls sind unabdingbare Grundlage und werden von den Studierenden beherrscht, d.h., sie können die entsprechenden Zusammenhänge erklären, Problemstellungen mathematisch formulieren und benötigte Größen berechnen. Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools"). The lab course is aimed exclusively at students who have already completed the "Digital Transmission" module or who are taking it in parallel with the lab course. The contents of this module are an indispensable basis and are mastered by the students, i.e. they can explain the corresponding relationships, formulate problems mathematically and calculate required quantities. Basic mastery of the MATLAB software is necessary
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	• Skriptum zum Praktikum • Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications • übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Darstellung und Messung von HF-Signalen • Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung • Streuparametermessung • Netzwerkanalyse • Anpassungs-Transformatoren • Antennen und Strahlungsfelder • Nichtreziproke Bauelemente • HF-Resonatoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen. • analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten • erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik. Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Zinke, O.,Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000). Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)

1	**Modulbezeichnung** 631385	**Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2** (Laboratory on microwave technology 2)	**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**	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür
5	**Inhalt**	Theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik werden durch vorlesungsbegleitende Experimente im Praktikum vertieft. In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt: • Hochfrequenzverstärker • Mischer und Frequenzvervielfacher • Hochfrequenzoszillatoren • Rechnergestützter HF-Schaltungsentwurf • 3D-Feldsimulation von HF-Komponenten • Antennenentwurf • Verstärkerentwurf • Satellitenfunk Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung und Materialcharakterisierung. Durch das Praktikum erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik durch vorlesungsbegleitende Experimente analysieren und evaluieren. • können modernste HF-Messtechnik und Simulationssoftware anwenden und Ergebnisse vergleichen. • sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Oszillatoren und Verstärker einzusetzen und zu analysieren • evaluieren die technische und wissenschaftliche Bedeutung aktiver HF-Geräte in der Praxis. Sie sind damit in der Lage, komplexe HF-Systeme in der Praxis zu erschaffen und zu dimensionieren, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Hochfrequenztechnik • HF-Schaltungen und Systeme (Praktikum vorlesungsbegleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Laborpraktika Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Laborpraktika Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999 Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992

Hauptseminare Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 750143	**Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL** (Advanced seminar on medical electronics and systems for ambient assisted living AAL)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Seminar on Medical Electronics and Systems for Ambient Assisted Living AAL (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Benedict Scheiner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	During the seminar current issues in the field of "Modern concepts in medical electronics" will be discussed. After a joint briefing the students will independently work on the chosen topic under the guidance of a supervisor. The results are summarized in a four-page seminar thesis. The main task of the seminar is a 30 minute presentation of each student. A discussion with the listeners concludes the seminar. Attendance during the whole workshop day is mandatory for passing the seminar. Topics: • Electronics for medical diagnostics and therapy • Electronics based human assistance systems • Electronic systems for AAL Ambient Assisted Living • Electronical Systems incorporating Microsystem Components (MEMS) • BAN body area networks • Coupling of medical electronic systems to Patient health record data bases • Near body Energy Harvesting and Scavenging • Circuit design for microwave based blood analysis • MEMS Lab-on-chip • Vital parameter supervision
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students will acquire basic knowledge in research, topics preparation and presentation techniques. • Students will focus on technical issues for a given topic in the field of medical electronics. • Students will independently deepen a technical issue on a concrete example. • Students will learn the ability to familiarize themselves with unknown problems and to present the results. • Students will achive the ability to formulate questions as a active listener and to discuss technical issues.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

		Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 745722	**Audio Processing Seminar** (Audio processing seminar)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Audio Processing Seminar (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler Prof. Dr. Nils Peters Prof. Dr. Emanuël Habets Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre Dr.-Ing. Stefan Turowski	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	**Inhalt**	The audio processing seminar trains students to prepare, summarize and present a recent scientific paper from the field of audio processing. The students work on a recent cutting-edge paper from one of the following fields: • Speech and Audio Coding • Audio Signal Analysis • Audio Signal Processing with the Internet of Things • Spatial Audio Signal Processing • Semantic Audio Processing • Audio in Virtual Reality During of the seminar, each participant prepares a paper, creates a written report (3-7 pages) and presents it in the form of a talk (20 min.) to the other participants. Thereby, the students are guided by their own supervisors. General skills are taught in joint classes. Paper specific aspects are discussed individually between the students and their supervisor. The seminar ends with the presentation of all topics over the course of one or two days. Participation in these presentations and the following discussions are mandatory for all participants. The seminar not only gives a broad overview of the field of audio processing, but conveys fundamental scientific working and communication skills.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Learning objectives and skills Students will gain the following skills: • How to analyze a scientific paper and understand its key principles and field of application. • How to perform a thorough literature survey and evaluate relevant literature for the focus of key points in the paper. • How to acquire a broad knowledge and deeper understanding of the specific scientific area. • How to prepare the subject, identify its most important topics, their dependencies, didactic reduction. • How to compile a written summary of a paper, scientific writing, correct citations. • How to create an appealing visual presentation, review and successively optimize it.

		• How to present the topic in front of other students, how to train presentation skills. • How to analyze presentations of other students, deriving questions, learn to participate in a scientific discussion.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 330542	**Audio Processing Seminar** (Audio processing seminar)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Audio Processing Seminar (2 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Meinard Müller Prof. Dr.-Ing. Bernd Edler Prof. Dr. Nils Peters Prof. Dr. Emanuël Habets Prof. Dr.-Ing. Jürgen Herre Dr.-Ing. Stefan Turowski	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	**Inhalt**	The audio processing seminar trains students to prepare, summarize and present a recent scientific paper from the field of audio processing. The students work on a recent cutting-edge paper from one of the following fields: • Speech and Audio Coding • Audio Signal Analysis • Audio Signal Processing with the Internet of Things • Spatial Audio Signal Processing • Semantic Audio Processing • Audio in Virtual Reality During of the seminar, each participant prepares a paper, creates a written report (3-7 pages) and presents it in the form of a talk (20 min.) to the other participants. Thereby, the students are guided by their own supervisors. General skills are taught in joint classes. Paper specific aspects are discussed individually between the students and their supervisor. The seminar ends with the presentation of all topics over the course of one or two days. Participation in these presentations and the following discussions are mandatory for all participants. The seminar not only gives a broad overview of the field of audio processing, but conveys fundamental scientific working and communication skills.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Learning objectives and skills Students will gain the following skills: • How to analyze a scientific paper and understand its key principles and field of application. • How to perform a thorough literature survey and evaluate relevant literature for the focus of key points in the paper. • How to acquire a broad knowledge and deeper understanding of the specific scientific area. • How to prepare the subject, identify its most important topics, their dependencies, didactic reduction. • How to compile a written summary of a paper, scientific writing, correct citations. • How to create an appealing visual presentation, review and successively optimize it.

		• How to present the topic in front of other students, how to train presentation skills. • How to analyze presentations of other students, deriving questions, learn to participate in a scientific discussion.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 97760	**Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik)** (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (Kommunikationselektronik))	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Informationstechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Klob	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger
5	**Inhalt**	**Sommersemester: Integrierte Sender- und Empfängerschaltungen** Im SS werden integrierte Sender- und Empfängerschaltungen behandelt. Studenten sollen einen Einblick in die Technologieauswahl und den Schaltungsentwurf von Schlüsselkomponenten bekommen. Die Vortragsreihe beginnt mit Übersichtsthemen zu Empfängerarchitekturen und Halbleiter-Technologien sowie Simulationswerkzeugen für die Integration von RF-Schaltungen. Mit wechselnden Schwerpunkten auf verschiedenen Funkstandards, Halbleitertechnologien oder Frequenzbereichen werden integrierte RF-Schaltungen behandelt. Je nach Schwerpunkt sollen Schlüsselkomponenten wie rauscharme Verstärker, Mischer, spannungsgesteuerte Oszillatoren und Leistungsverstärker oder komplette Sender- und Empfängerschaltungen erörtert werden. Ein Besuch der Abteilung Analoges IC-Design des Fraunhofer-IIS rundet das Seminar ab. **Wintersemester: Digitaler Rundfunk** Im Seminar „Digitale Rundfunksysteme“ werden ausgewählte Themen zu neuen terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksystemen behandelt. Das Seminar startet mit einem historischen Exkurs in die Entwicklungsgeschichte des Radios und der Entwicklung des analogen Rundfunks in Deutschland sowie einer Einführung in die weltweit existierenden terrestrischen und satellitengestützten digitalen Rundfunksysteme. Mit wechselnden Schwerpunkten werden neue Dienste sowie die technischen Komponenten, Übertragungs- und Datenprotokolle sowie neue Standards entlang der gesamten Übertragungskette vom Quellensignal über den Hochfrequenzkanal bis zum Empfänger behandelt. Ein Besuch bei funklust (ein Zusammenschluss der drei studentischen Medieninitiativen Campusradio bit express, Uniradio Unimax und dem Video-Format t°fau an der FAU), sowie Fachvorträge von externen Experten mit Diskussion zu neuen Entwicklungen runden das Seminar ab.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten. 2. Die Studierenden sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln. 3. Die Studierenden sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln. 4. Die Studierenden sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte. Dies alles geschieht im Rahmen des unter Seminarinhalte ausgeführten Themenbereichs. Die Leistungen werden im Zusammenhang mit dem individuellen Thema des/ der Studierenden erbracht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen. Empfohlen werden ausdrücklich mindestens 4 Semester Bachelor-Studium in EEI, Informatik oder IuK.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird je nach Schwerpunktwahl des Seminars neu festgelegt.

1	**Modulbezeichnung** 97770	**Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation** (Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Lukas Meyer Adam Kalisz Prof. Dr. Jörn Thielecke	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	**Sommersemester: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)** Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsseitige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können. **Wintersemester: Roboternavigation** Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten. 2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.

		3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln. 4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte. Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten, Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen. Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 6
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Vertiefungsmodule Automatisierungstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 914949	**Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung** (Seminar on selected topics of multimedia communications and signal processing)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann
5	**Inhalt**	Im Seminar Multimediakommunikation und Signalverarbeitung werden aktuelle Themen aus dem Bereich der Multimediakommunikation und Signalverarbeitung bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl werden die einzelnen Themen unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jeder Teilnehmer einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender Diskussion im Rahmen eines ganztägigen Workshops. Als Begleitmaterial zum Vortrag wird auch eine ca. 10-seitige Ausarbeitung erstellt. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht. The Seminar on Selected Topics of Multimedia Communications and Signal Processing deals with current research topics in the area of multimedia communications and signal processing. In an introductory meeting, the course of the seminar is outlined and each participant selects one of the offered topics. The participant should become familiar with the assigned research topic and present it by a report and a talk at the end of the seminar with the support of a supervisor. In an intermediate meeting about 5 weeks after the introductory meeting, the participants give a brief presentation about their topics and show first results. In addition, hints for the preparation of the final talk are provided at this meeting. At the end of the semester, a final one-day meeting takes place where each participant presents his topic in a talk of 30 minutes followed by a discussion and questions from the audience. In addition, each participant has to submit a report of about 10 pages about his topic a few days before the final meeting.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an • analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema

		• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen • wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren • analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer. The students • acquire and apply fundamental techniques to conduct a literature survey, and to prepare and present a technical topic • analyze and evaluate provided literature regarding the focus of their technical presentation • apply the knowledge acquired during their studies to deepen by themselves their technical focus • apply acquired knowledge to ask a presenter questions and to discuss the presentation • analyze and evaluate the presentations of other seminar participants.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 775681	**Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik** (Selected areas in communications)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Ausgewählte Kapitel der Nachrichtentechnik (2 SWS) ja.	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	Inhalt / Contents In diesem Seminar werden aktuelle Themen innerhalb eines wechselnden Schwerpunkts im Bereich der Nachrichtentechnik bzw. drahtlosen Kommunikation bearbeitet und präsentiert. _____ In this seminar, current topics in the field of telecommunications and wireless communication are presented by students.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an • analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema • wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen • wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren • analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer. _____ The students • learn basic techniques of research, topic preparation and presentation of technical content and apply them • analyze and evaluate given literature with regard to the focus of a talk on a technical topic • apply the knowledge they have acquired during their studies to independently deepen their technical focus

		• apply their previous knowledge to formulate meaningful questions as a listener on a talk and to discuss what is presented • analyze and evaluate the presentations of the other seminar participants.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung • Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. • Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen. • Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben. • Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion. • Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls. • Es wird eine ca. 10-15-seitige Ausarbeitung erstellt. ═══════════════ • The topics are independently worked out under the guidance of a supervisor. • Students have the opportunity to actively participate in the formulation of their individual topic. • Topics are assigned at a preliminary meeting at the beginning of the semester. • A brief presentation of the structure and initial results will be given about 5 weeks after the preliminary discussion. • Towards the end of the lecture period, each student gives a talk of approximately 30 minutes followed by a 15-minute discussion. • Students will be introduced into lecture techniques. • An approx. 10-15-page paper has to be written.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • ca. halbstündiger Vortrag (60%) • Ausarbeitung im Umfang von 10-15 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%) • aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)

		--- • approx. half-hour presentation (60%) • paper of 10-15 pages (comparable to IEEE paper in two columns, 30%) • active participation in the discussion of other presentations (10%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zu den Modulen Digitale Übertragung, MIMO Communication Systems, Convex Optimization in Communications and Signal Processing • Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Vrolagen für Ausarbeitungen und Präsentationsfolien werden zur Verfügugn gestellt • Technische Literatur im Themengebiet --- • Lecture notes of the modules Digital Transmission, MIMO Communication Systems, Convex Optimization in Communications and Signal Processing • Information on literature search and presentation techniques • Templates for papers and presentation slides will be provided • Technical literature in the subject area

1	**Modulbezeichnung** 188730	**Seminar Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Hochfrequenztechnik/ Mikrowellentechnik (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Im Seminar "Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik" (HFSEM) werden aktuelle Anwendungen und Forschungsarbeiten aus dem Bereich der Hochfrequenztechnik innerhalb eines Rahmenthemas behandelt. Die behandelten Themengebiete decken einen großen Bereich der modernen HF-Technik wie z.B. Radaranwendungen im Verkehr, THz-Technik oder Hochfrequenz in der Medizintechnik ab. Die Einzelthemen, die innerhalb des Rahmenthemas bearbeitet werden können, werden in einer Einführungsveranstaltung vorgestellt und den Studenten zugewiesen. Zur Erprobung von Präsentationstechniken werden in der zweiten Veranstaltung Kurzvorträge mit 5 Minuten Dauer und anschließender Feedback-Runde gehalten, in der die Gestaltungsaspekte angesprochen werden. In den folgenden Wochen unternimmt jeder Student eigenverantwortlich eine Recherche zu seinem Einzelthema und erarbeitet einen halbstündigen Vortrag, der an einem interessierten Fachpublikum ausgerichtet ist. Hierbei steht jedem Studenten individuell ein Mitarbeiter des Lehrstuhls beratend zur Verfügung. Jeder Vortrag wird durch eine anschließende 15-minütige Diskussionsrunde ergänzt, in der es um Rückfragen und Ergänzungen zu dem zuvor behandelten Thema geht. Die Vorträge werden in der zweiten Semesterhälfte in wöchentlicher Folge vorgetragen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erfassen und ordnen in ihrer Recherche den Stand der Technik zum gewählten Rahmenthema aus dem Gebiet der Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik • Dabei müssen sie die Relevanz verschiedener inhaltlicher Aspekte für das beabsichtigte Publikum einschätzen, und den Vortrag angesichts der Zeitbegrenzung effektiv strukturieren. • Anschließend entwerfen und gestalten sie eine wissenschaftlich/technische Präsentation, die zur effektiven Wissensvermittlung im Rahmen eines mündlichen Vortrags geeignet ist. • Hierzu bewerten sie verschiedene Darstellungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Verständlichkeit. • Sie klären in der Gesprächsrunde auftretende Fragen, und erläutern dabei den gefragten Sachverhalt oder identifizieren geeignete Quellen, die zur weiteren Klärung dienlich sind. • Sie lernen HF-Anwendungen und Geräte an praxisnahen Beispielen kennen und bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Hochfrequenztechnik.

		Sie sind damit in der Lage, wissenschaftliche Präsentationen vor einem Fachpublikum zu geben, auch komplexere Themen anschaulich aufzubereiten und das Fachwissen verständlich zu vermitteln. Die erworbenen Fähigkeiten dienen u.a. als Basis für Abschlussvorträge im Rahmen von Bachelor- und Masterarbeiten und stellen eine Grundlage für die zukünftige Arbeit im Team in den Bereichen Forschung, Lehre und Industrie dar.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlene Voraussetzungen: • Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten • Hochfrequenztechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literatur wird themenspezifisch zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 987845	**Seminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag** (Advanced seminar medical electronics and electronic assistance systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Medizinelektronik und elektronische Assistenzsysteme für den Alltag (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Torsten Reißland	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Im Seminar werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Medizinelektronik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers oder einer Betreuerin eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30 minütiger Vortrag jeder Studierenden und jedes Studierenden. Eine Diskussion mit den Zuhörerinnen und Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht. Themen: • Elektronik für Medizinische Diagnostik und Therapie • Assistenzsysteme für ein selbstbestimmtes Leben im Alltag • Elektronische Systeme für AAL (Ambient Assisted Living) • Elektronische Systeme mit Microsystemtechnischen Komponenten (MEMS) • Kopplung Medizinelektronischer Systeme an Patientendatenbanken • Körpernahe Netzwerke • Körpernahe elektrische Energiegewinnung • Schaltungstechnik für Mikrowellenbasierte Blutbildanalyse • MEMS "Lab-on-chip (Labor auf Chipebene) • Vitalsensoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studierenden erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Medizinelektronik. • Die Studierenden vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Medizinelektronik und zeigen dessen Relevanz in der medizinischen Anwendung auf. • Die Studierenden erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studierenden 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 123526	**Seminar Nachrichtentechnische Systeme** (Seminar Communication systems)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Seminar Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer
5	**Inhalt**	Im Seminar Nachrichtentechnische Systeme werden Themen aus dem Bereich der elektrischen Nachrichtenübertragung bearbeitet, präsentiert und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an • analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema • wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen • wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren • analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Dieses Seminar erweitert und vertieft die Inhalte des Moduls Nachrichtentechnische Systeme. Die vorherige oder parallele Belegung dieses Moduls ist unabdingbar.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung • Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet. • Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen. • Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben. • Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion. • Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls. • Es wird eine ca. 6-10-seitige Ausarbeitung erstellt (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig).

11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • ca. halbstündiger Vortrag (60%) • Ausarbeitung im Umfang von 6-10 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%) • aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)
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**	• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken • Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien • Technische Literatur im Themengebiet

1	**Modulbezeichnung** 108984	**Seminar Technische Elektronik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Technische Elektronik (0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Fabian Michler	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel
5	**Inhalt**	Im Seminar Technische Elektronik werden aktuelle Themen aus dem Bereich Moderne Konzepte in der Schaltungstechnik" bearbeitet. Nach einer gemeinsamen Vorbesprechung und Themenauswahl können diese unter Anleitung eines Betreuers eigenständig bearbeitet werden. Die Erkenntnisse sind in einem drei- bis vierseitigen Dokument zusammenzufassen. Den Abschluss bildet ein 30-minütiger Vortrag jedes Studenten. Eine Diskussion mit den Zuhörern schließt den Vortrag ab. Für die Vortragsveranstaltungen besteht Anwesenheitspflicht.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studenten erlangen grundlegende Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken. • Die Studenten erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema aus dem Gebiet der Technischen Elektronik. • Die Studenten vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels aus der Technischen Elektronik. • Die Studenten erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren. • Die Studenten 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**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 15 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92361	**Smart City: Technologien und Systeme (TuS)** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Smart City: Technologien und Systeme (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Themen zur Auswahl: • Toward Location-Enabled IoT (LE-IoT): IoT Positioning Techniques, Error Sources, and Error Mitigation • Positioning Techniques in IoT • Error Sources in IoT Localization • Energy Consumption of eMTC and NB-IoT for Smart City Applications • Vehicular Fog Computing • (C-)V2X • Mioty als sichere Massive IoT/LPWAN Lösung • Open Data • Artificial Intelligence for efficient urban mobility • Augmented / Mixed / Extended Reality • Smart Parking Systems • 5G Private/Campus Networks • Microgrid Technology
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Schlüsselwörter: Smart City, IoT, Campusnetze, LPWAN, NB-IoT, Microgrids, Smart Parking, C-V2X, 5G, Augmented / Mixed / Extended Reality, Misty, Vehicular Fog Computing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hauptseminare Allgemeine Elektrotechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Elektrische Energie- und Antriebstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Informationstechnik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Hauptseminare Mikroelektronik Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Seminararbeit+Vortrag, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) 60% Vortrag: Präsentation (20 Min.) plus Verteidigung (10 Min) 30% Ausarbeitung (7 bis max. 10 Seiten A4) 10% Aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 92500	**Arbeits- und Präsentationstechnik, Simulationstools** (Work Methodology, Presentation Skills and Simulation Tools)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Workshop zur Arbeitstechnik (0 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik-Kontaktmesse (1 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik (1 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik-SIM-Tools (0 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik-Workshops (0 SWS) Tutorium: Workshop zur Arbeitstechnik (1 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik - Workshop (IDC) (1 SWS) Sonstige Lehrveranstaltung: Arbeitstechnik-Kontaktvormittag (SWS)	- 2,5 ECTS 2,5 ECTS - - - - -
3	Lehrende	Matthias Stiller Prof. Dr. Jörn Thielecke Dr.-Ing. Heinrich Löllmann Eva Schmidt Lukas Brand Michael Niebauer Benedict Scheiner Marco Eckstein Daniel Landgraf Adam Kalisz Melanie Lavery Marco Dietz Julian Schwarz Marcel Hoffmann Marcelo Michael Markus Schumann Adna Bliek Esther Renner Nives Berner Dr.-Ing. Stefan Turowski	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	1.Einführungsvorlesung & Vorlesung zum Thema Prüfungen • Wie ist das Modul Arbeitstechnik organisiert, wie sind die Abläufe, was passiert bei (un)verschuldeter Abwesenheit. • Wie laufen Prüfungen an der TF ab und wie bereite ich mich auf sie vor.

		2. Drei Workshops zum Thema Teambildung • Teambildung die persönliche Ebene ist wichtig • Teambildung durch eine gemeinsame Präsentation (die hoffentlich Spaß macht) • Teambildung durch gemeinsame Prüfungsvorbereitung 3. Kontaktmesse und Kontaktvormittag • Lehre und Forschung im Department EEI • Wie arbeitet und was bietet ein Lehrstuhl? 4. SimTools • Die Arbeitsweise und der Nutzen von Simultationstools im EEI-Studium am Beispiel von MATLAB (4 Versuche, pas-send zum Stoff in der Mathematik und GET.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden wissen und verstehen worauf es ankommt: • für einen reibungslosen Start ins Studium • bei mündlichen und schriftlichen Prüfungen 2. Die Studierenden verstehen und üben wie Teambildung funktioniert (im Hin-blick auf die Vorbereitung für die ersten Prüfungen). 3. Die Studierenden wissen, was die Lehrstühle im Bereich Lehre und Forschung anbieten, und verstehen, wie der lehrstuhlzentrierte Unibetrieb funktioniert. 4. Die Studierenden wissen wie ein (mathematisches) Software-Tool zur Lösung mathematischer und elektrotechnischer Problemstellungen eingesetzt werden kann und wenden es exemplarisch an. Die Studierenden erwerben damit frühzeitig die Kompetenz, eigenständige Studien durch Einsatz eines solchen Software-Tools effizienter zu gestalten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine formalen Voraussetzungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 31 h Eigenstudium: 44 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 1999	**Bachelorarbeit mit Vortrag (B.Sc. Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192)** (Bachelor's thesis)	**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: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich (5 Monate)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
15	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 1995	**Berufspraktische Tätigkeit (Industriepraktikum) (B.Sc. Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192)** (Internship / practical training on industry)	**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: 0
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92510	**Digitaltechnik** (Digital technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Digitaltechnik (2 SWS) Vorlesung: Digitaltechnik (2 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Sascha Breun Thomas Kurin Angelika Thalmayer Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	Das Modul gibt eine automatenorientierte Einführung in den Entwurf digitaler Systeme. Mathematische Grundlagen kombinatorischer wie sequentieller digitaler Schaltsysteme werden behandelt. • Mathematische Grundlagen • Entwurf kombinatorischer Schaltungen • Analyse kombinatorischer Schaltungen • Funktionsbeschreibung sequentieller Schaltungen • Struktursynthese sequentieller Schaltungen • Analyse sequentieller Schaltungen Im Rahmen dieses Moduls werden folgende Themen zunehmend vertieft: • Aufbau von CMOS-Logik-Gattern • Schaltalgebra • Minimierung und Schaltungssynthese mit KVS-Diagrammen • Minimierung und Schaltungssynthese mit dem McCluskey-Verfahren • Zahlensysteme (Binärsystem, Oktalsystem, hexadezimalsystem) • Entwurf und Realisierung von Automaten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage Das Prinzip der Komplementärsymmetrie und dessen Bedeutung für die Digitaltechnik zu erläutern sowie grundlegende Gatterschaltungen auf Transistorebene zu zeichnen, zu erläutern und zu analysieren. Schaltfunktionen mathematisch mit Hilfe von schaltalgebraischen Ausdrücken zu beschreiben, diese Ausdrücke aufzustellen, umzuformen und zu minimieren. Verfahren zum systematischen Entwurf von Schaltnetzen zu verstehen und anzuwenden. Dazu gehört das Erstellen einer formalen Spezifikation sowie die Minimierung der spezifizierten Funktion mit Hilfe von z.B. Karnaugh-Veitch-Symmetriediagrammen oder dem Quine-McCluskey Verfahren. Die Studierenden können diese Verfahren anwenden und hinsichtlich ihres Implementierungsaufwands evaluieren.

		Die interne Darstellung von Zahlen in Digitalrechnern verstehen, verschiedene Darstellungsarten von vorzeichenbehafteten rationalen Zahlen bewertend zu vergleichen, Algorithmen für arithmetische Operationen innerhalb dieser Zahlendarstellungen zu erläutern und anzuwenden und typische Probleme dieser Darstellungsarten zu verstehen. Den Aufbau des Universalrechners nach von Neumann zu erläutern und dessen Komponenten zu verstehen. Anwendungsbereiche und Aufbau von Schaltwerken (Automaten) zu erläutern und den Prozess des Schaltwerksentwurfs von der Problemspezifikation, dem Zeichnen von Automatengraphen über die Minimierung der auftretenden Schaltfunktionen bis hin zur Realisierung des Schaltwerks mit Logikgattern selbständig durchzuführen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 92520	**Elektromagnetische Felder I** (Electromagnetic fields I)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Elektromagnetische Felder I (2 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich	

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

		Inhalt und Gültigkeitsbereich der Theorie werden diskutiert. Die Behandlung zeitlich konstanter elektrischer, magnetischer und Strömungsfelder - ihrer Entstehung und ihrer Eigenschaften - bildet den Abschluß des ersten Teils der Vorlesung. In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft. Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung. Inhaltsübersicht: • Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung • Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie • Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen • Materie im Feld und Felder an Materialübergängen • Die Potentiale des elektromagnetischen Felds • Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie • Zeitunabhängige Felder, Teil 1
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären • Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen • Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen • die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen • Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen • grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben • Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben • Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissongleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen • den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage • Formelsammlung

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

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

		• das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken • Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben • das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden • die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen • den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen • die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben • die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen • Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen • die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • Übungsaufgaben mit Lösungen (beides über StudOn verfügbar) • Bei EMF II handelt es sich um den zweiten Teil einer zweisemestrigen Kursvorlesung. Literaturempfehlungen sind daher bereits in den Unterlagen zu EMF I aufgeführt und beschrieben.

1	**Modulbezeichnung** 92540	**Energie- und Antriebstechnik** (Power engineering and drives)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (2 SWS) Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik (1 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung (2 SWS)	- 3,5 ECTS - 4 ECTS
3	Lehrende	Ilya Burlakin Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Shima Khoshzaman Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	17-1 Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik Einleitung; Grundlagen: Leistung und Wirkungsgrad, Physikalische Grundgesetze, Induktivitäten Gleichstromantriebe: Gleichstrommotor, Konventionelle Drehzahlstellung, Elektronische Drehzahlstellung Drehstromantriebe:Grundlagen und Drehfeld, Synchronmaschine, Asynchronmaschine, Konventionelle Drehzahlstellung, Elektronische Drehzahlstellung 17-2 Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung Elektrische Energieversorgungssysteme: Eigenschaften der elektrischen Energie, Aufbau von Energieversorgungsnetzen, Betriebsmittel in Netzen Grundlagen der Wechselstromtechnik: kosinus- und nichtkosinusförmige periodische Größen, komplexe Wechselstromrechnung, Vierpole Transformationen für Dreiphasensysteme: Nullgröße und Raumzeiger, Symmetrische Komponenten, Diagonal- und Zwei-Achsen-Komponenten; Transformation symmetrischer Drehstromnetze; unsymmetrische Betriebszustände Leistungen: Grundbegriffe, Leistungen in Drehstromnetzen, Blindleistungskompensation Wirtschaftliche Energieversorgung: Kostenarten, Investitions- und Kostenrechnung, wirtschaftlicher Betrieb von Netzen

6	**Lernziele und Kompetenzen**	17-1 Grundlagen der Elektrischen Antriebstechnik Kenntnisse und Verständnis der grundsätzlichen Funktionsweise elektrischer Maschinen, deren stationären Betrieb, die konventionelle (verlustbehaftete) Drehzahlstellung und einfache Grundlagen der elektronischen Drehzahlstellung. 17-2 Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung Kenntnisse und Verständnis: des Aufbaus und Betriebs von Energieversorgungsnetzen, der mathematischen und netzwerktheoretischen Beschreibung und Berechnung von Vorgängen in Energieversorgungsnetzen, der wirtschaftlichen Energieversorgung Die Studierenden • kennen die aktuellen Herausforderungen in der elektrischen Energieversorgung, • kennen alle wichtigen Betriebsmittel in elektrischen Energiesystemen, • kennen die grundlegenden Zusammenhänge der Wirtschaftlichkeit elektrischer Energieversorgung, • verstehen die grundlegenden technischen Zusammenhänge der elektrischen Energieversorgung, • verstehen die Grundlagen des Wechsel- und des Drehstromsystems, • kennen die Möglichkeiten des Betriebs hybrider Systeme, • berechnen verschiedene Leistungsarten in ein- und dreiphasigen Systemen, • verstehen die Anwendung der Vier- und Achtpoltheorie, • verstehen unterschiedliche Modaltransformationen und deren Anwendungsgebiete, • wenden Modaltransformationen an, um symmetrische und unsymmetrische Betriebszustände in Drehstromsystemen zu analysieren, • wenden Berechnungsverfahren zur Kenngrößenbestimmung von Leitungen an und • verstehen die Herausforderungen bei der Netzbetriebsführung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	17-1 Grundlagen der Elektrotechnik I und II 17-2 Grundlagen der Elektrotechnik I bis III
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (47%) Klausur (53%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 105 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	17-1: Skript zur Vorlesung 17-2: Lehrbuch: Elektrische Energieversorgung I, G. Herold,2005

1	**Modulbezeichnung** 66000	**Experimentalphysik I** (Experimental physics for EECE I)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Experimentalphysik für Elektro- und Medizintechniker I (1 SWS) Vorlesung: Experimentalphysik für Elektro- und Medizintechniker I (3 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Hensel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Hensel
5	**Inhalt**	*Inhaltsangabe für beide Semester* • Physikalische Größen und Messungen • Mechanik: Mechanik von Massenpunkten, Newtonsche Axiome, Energie und Arbeit, Impuls, Teilchensysteme, Drehbewegungen, Mechanik deformierbarer Körper, Fluide • Schwingungen und Wellen • Thermodynamik: Temperatur und der Nullte Hauptsatz der Thermodynamik, kinetische Gastheorie, Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Wärmeübertragung • Optik: Eigenschaften des Lichts, Geometrische Optik, Interferenz und Beugung • Auswahl von Themen der Modernen Physik: Quantenmechanik und Atomphysik, Kernphysik, Physik der kondensierten Materie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Grundlagen der Experimentalphysik aus den Bereichen der Mechanik, Schwingungen und Wellen, Thermodynamik, Optik sowie von ausgewählten Themen der Modernen Physik • setzen die Vorlesungsinhalte mit Hilfe thematisch passender Übungsaufgaben praktisch um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten)
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**	P.A. Tipler, "Physik", Spektrum Akad. Verlag D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Physik", Wiley-VCH F. Kuypers, "Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler", Wiley-VCH D. Mills, "Bachelor-Trainer Physik" Spektrum Akad. Verlag

1	**Modulbezeichnung** 66010	**Experimentalphysik II** (Experimental physics for EECE II)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Experimentalphysik für Medizin- und Elektrotechniker II (3 SWS)	4 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Bernhard Hensel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernhard Hensel apl.Prof.Dr. Jürgen Ristein
5	**Inhalt**	*Inhaltsangabe für beide Semester* • Physikalische Größen und Messungen • Mechanik: Mechanik von Massenpunkten, Newtonsche Axiome, Energie und Arbeit, Impuls, Teilchensysteme, Drehbewegungen, Mechanik deformierbarer Körper, Fluide • Schwingungen und Wellen • Thermodynamik: Temperatur und der Nullte Hauptsatz der Thermodynamik, kinetische Gastheorie, Wärme und der erste Hauptsatz der Thermodynamik, Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Wärmeübertragung • Optik: Eigenschaften des Lichts, Geometrische Optik, Interferenz und Beugung • Auswahl von Themen der Modernen Physik: Quantenmechanik und Atomphysik, Kernphysik, Physik der kondensierten Materie
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erklären die Grundlagen der Experimentalphysik aus den Bereichen der Mechanik, Schwingungen und Wellen, Thermodynamik, Optik sowie von ausgewählten Themen der Modernen Physik • setzen die Vorlesungsinhalte mit Hilfe thematisch passender Übungsaufgaben praktisch um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	P.A. Tipler, "Physik", Spektrum Akad. Verlag

		D. Halliday, R. Resnick, J. Walker, "Physik", Wiley-VCH F. Kuypers, "Physik für Ingenieure und Naturwissenschaftler", Wiley-VCH D. Mills, "Bachelor-Trainer Physik" Spektrum Akad. Verlag

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

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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
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: 90 h Eigenstudium: 135 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**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: Grundlagen der Elektrotechnik II Übung (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik II (2 SWS) Tutorium: Grundlagen der Elektrotechnik II Tutorium (2 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gerald Gold 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**	• Grundlagen der Elektrotechnik 1 • Mathematik I • Mathematik II (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (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: 60 h Eigenstudium: 90 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**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** 92580	**Grundlagen der Elektrotechnik III** (Foundations of electrical engineering III)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Grundlagen der Elektrotechnik III (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Elektrotechnik III (2 SWS) Tutorium: Tutorium zu Grundlagen der Elektrotechnik III (0 SWS)	- 5 ECTS -
3	Lehrende	Daniel Andreas Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle
5	**Inhalt**	• Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik • Die Grundlagen des Messens • Fourier-Transformation • Laplace-Transformation • Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich • Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm • Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme • Operationsverstärker • Messverstärker • Messfehler • Messung von Gleichstrom und Gleichspannung • Ausschlagbrücken • Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/ Nichtlinear) ein. • wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an. • interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf. • kennen einfache Grundschaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren. • kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten. • analysieren Brückenschaltungen. • wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an. • reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I und II
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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

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

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

		• diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlagen der Elektrotechnik I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich • R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002 • D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002 • Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004 • S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devic-es, Prentice Hall, 2005

1	**Modulbezeichnung** 93293	**Informatik der EEI** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Sprechstunden zu Grundlagen der Informatik (1 SWS) Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Informatik (3 SWS) Übung: Systemnahe Programmierung in C - Rechnerübungen (2 SWS) Übung: Online-Fragestunde zu Grundlagen der Informatik (1 SWS) Übung: Übungen zu Systemnahe Programmierung in C (2 SWS)	- 2,5 ECTS - - - -
3	Lehrende	Markus Leuschner Dr.-Ing. Frank Bauer Dr.-Ing. Frank Bauer Dr.-Ing. Volkmar Sieh Phillip Raffeck Maximilian Ott	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Frank Bauer Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	• Einführung in die Programmierung mit Java • Paradigmen: Objektorientierte Programmierung, Lambda-Ausdrücke • Datenstrukturen: Felder, Listen, assoziative Felder, Bäume und Graphen, Bilder • Algorithmen: Rekursion, Baum- und Graphtraversierung • Anwendungsbeispiele: Bildverarbeitung, Netzwerkkommunikation, Verschlüsselung, Versionskontrolle • Interne Darstellung von Daten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Studierende können... • ... einfache Konzepte der theoretischen Informatik darlegen • ... Konzepte der Graphentheorie identifizieren • ... einfachen Konzepte aus der Netzwerkkommunikation und IT-Sicherheit reproduzieren • ... wichtiger Konzepte aus der IT-Sicherheit erkennen • ... sich an die Grundlagen der Bildverarbeitung erinnern • ... wichtige Konzepte der Versionskontrolle wiederholen • ... Konzepte der Client-Server Kommunikation mit Schwerpunkt auf das http-Protokoll wiedergeben • ... sichere Authentifizierungsmechnismen sowie abgesicherter Netzwerkkommunikation identifizieren

		Verstehen Studierende können... • ... Programme und Programmstrukturen interpretieren • ... einfache algorithmische Beschreibungen in natürlicher Sprache verstehen • ... rekursive Programmbeschreibungen in iterative (und umgekehrt) übersetzen • ... grundlegende Graphalgorithmen erläutern • ... verschiedenenProbleme der Aussagenlogik auslegen Anwenden Studierende können... • ... objektorientierte Programmieraufgaben eigenständig lösen • ... Lambda-Ausdrücke handhaben • ... Rekursion auf allgemeine Beispiele anwenden • ... die Darstellung von Informationen (vor allem Zeichen und Zahlen) im verschiedenen Zahlensystemen (vor allem im Binärsystem) berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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: 135 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

1	**Modulbezeichnung** 67560	**Mathematik für EEI 1** (Mathematics for EECE1)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure A1 (2 SWS) Vorlesung: Mathematik für Ingenieure A1: EEI, MT,CE,BP (4 SWS)	- 7,5 ECTS
3	Lehrende	PD Dr. Nicolas Neuß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried PD Dr. Cornelia Schneider
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 • verstehen 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 Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
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: 90 h Eigenstudium: 135 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	Empfohlene Begleitlektüre: Skripte des Dozenten M. Fried: Mathematik für Ingenieure I für Dummies. 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

1	**Modulbezeichnung** 67570	**Mathematik für EEI 2** (Mathematics for EECE 2)	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure A2 : CE, EEI, BP-E, MT (2 SWS) Vorlesung: Mathematik für Ingenieure A2 : CE, EEI, BP-E, MT (6 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Michael Fried	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried
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, Extremwertaufgaben, Extremwertaufgaben mit Nebenbedingungen, Theorem über implizite Funktionen *Gewöhnliche Differentialgleichungen* Explizite Lösungsmethoden, Existenz- und Eindeutungssätze, Lineare Differentialgleichungen, Systeme von Differentialgleichungen, Eigen- und Hauptwertaufgaben, Fundamentalsysteme, Stabilität
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 • berechen Grenzwerte und rechnen mit diesen • analysieren und klassifizieren Funktionen mehrerer reeller Veränderlicher an Hand grundlegender Eigenschaften • wenden grundlegende Beweistechniken in o.g. Bereichen an • 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 • erkennen die Vorzüge einer regelmäßigen Nachbereitung und Vertiefung des Vorlesungsstoffs
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Besuch der Vorlesung Mathematik für Ingenieure I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192 Grundlagen- und Orientierungsprüfung (GOP) Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
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: 120 h Eigenstudium: 180 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	v. Finckenstein et.al: Arbeitsbuch Mathematik fuer Ingenieure: Band I Analysis und Lineare Algebra. Teubner-Verlag 2006, ISBN 9783835100343 M. Fried: Mathematik für Ingenieure I für Dummies. Wiley M. Fried: Mathematik für Ingenieure II für Dummies. Wiley A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt: Mathematik für Ingenieure 1, 2. Pearson

		H. Heuser: Gewöhnliche Differentialgleichungen. Teubner W. Merz, P. Knabner: Mathematik für Ingenieure und Naturwissenschaftler, Springer, 2013

1	**Modulbezeichnung** 67580	**Mathematik für EEI 3** (Mathematics for EECE 3)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mathematik für Ingenieure A3:CE,EEI,MT,BPT-E (2 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Michael Fried	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried
5	**Inhalt**	*Funktionentheorie:* Elementare Funktionen komplexer Variablen, holomorphe Funktionen, Integralsatz von Cauchy, Residuentheorie *Vektoranalysis* Potentiale, Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegrale, Parametrisierung, Transformationssatz, Integralsätze, Differentialoperatoren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • analysieren elementare komplexe Funktionen • überprüfen und beurteilen Eigenschaften dieser Funktionen • wenden den Integralsatz von Cauchy an • wenden die Residuentheorie an • berechnen Integrale über mehrdimensionale Bereiche • beobachten Zusammenhänge zwischen Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegralen • ermitteln Volumen-, Oberflächen- und Kurvenintegrale • wenden grundlegende Differentialoperatoren an. • folgern Aussagen anhand grundlegender Beweistechniken in o.g. Bereichen • beachten die Vorzüge einer regelmäßigen 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 Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	Empfohlene Begleitlektüre: Skripte des Dozenten M. Fried: Mathematik für Ingenieure II für Dummies. Wiley A. Hoffmann, B. Marx, W. Vogt: Mathematik für Ingenieure 1, 2. Pearson v. Finckenstein et.al: Arbeitsbuch Mathematik fuer Ingenieure: Band I und II. Vieweg+Teubner

1	**Modulbezeichnung** 67590	**Mathematik für EEI 4** (Mathematics for EECE 4)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Mathematik für Ingenieure A4 : EEI,CE,MT (2 SWS) Vorlesung: Mathematik für Ingenieure A4 : EEI,CE,MT (2 SWS)	- -
3	Lehrende	PD Dr. Nicolas Neuß	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried
5	**Inhalt**	*Kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsrechnung* Ereignisraum, Wahrscheinlichkeitsraum, stetige Zufallsvariable, Wahrscheinlichkeitsdichte, Verteilungsfunktion, charakteristische Größen *Stochastische Prozesse* Orthogonalität, Unkorreliertheit, weißes Rauschen, Gauß-Prozesse, Stationarität, Ergodizität, Leistungsdichtespektrum, lineare Systeme, Zufallsprozesse
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • untersuchen oben genannte grundlegende Begriffe und Methoden der Stochastik • berechnen obige charakteristische Größen und Erwartungswerte • untersuchen oben genannte grundlegende Begriffe und Methoden für stochastische Prozesse • berechnen obige charakteristische Größen und Erwartungswerte für stochastische Prozesse • 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 Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Übungsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Übungsleistung (0%)
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

		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 R.G. Brown, P.Y.C. Hwang, Introduction to Random Signals and Applied Kalman Filtering, John Wiley & Sons

1	**Modulbezeichnung** 92601	**Nachrichtentechnische Systeme** (Communication systems)	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Ergänzungen und Übungen zu Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (1 SWS) Tutorium: Tutorium Nachrichtentechnische Systeme (2 SWS) Vorlesung: Nachrichtentechnische Systeme - Übertragungstechnik (3 SWS) Vorlesung mit Übung: Nachrichtentechnische Systeme - Systemaspekte (2 SWS)	- - - 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Feder Prof. Dr. Jörn Thielecke Prof. Dr.-Ing. Robert Schober	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober Prof. Dr. Jörn Thielecke
5	**Inhalt**	Übertragungstechnik • Einführung und Grundbegriffe • Quellensignale und deren Modellierung • Übertragungskanäle und deren Modellierung • Analoge Modulationsverfahren • Pulscodemodulation • Grundbegriffe der Informationstheorie • Digitale Übertragung Systemaspekte • Charakterisierung von Übertragungskanälen (Dopplereffekt, Schwundtypen) • wichtige Eigenschaften von Signalen zur Kanalmessung und Datenübertragung (Spreizcodes, Walsh-Folgen, Exponentialfolgen) • Zugriff auf das Übertragungsmedium mittels CDMA, OFDM und CSMA • Anwendung der Verfahren in DRM, UMTS, IEEE 802.11 und GPS als Vertreter typischer Rundfunk-, Mobilfunk, WLAN- und Mess-Systeme • kurze Einführung in die Verkehrstheorie (Poissonprozess, Durchsatz) • kurze Einführung in Kommunikationsprotokolle, Systemarchitekturen und das Internet-Schichtenmodell.
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.
		•
		  ° Grundlegende Methoden und Signale zur Kanalmessung und zum Kanalzugriff
		  ° Grundlegendes zu Strukturen und Protokollen in Kommunikationssystemen
		• Die Studierenden lernen nachrichtentechnischen Signale und Verfahren anzuwenden und zu analysieren.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Hausaufgaben/Bonuspunkte • Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semsters bis zu 12 Bonuspunkte erworben werden. Diese werden bei bestandener Prüfung zusätzlich in die Bewertung mit einbezogen.
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**	• Skripten zu den Vorlesungen • Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner Verlag, 3. Aufl. • Anderson, Johannesson: Understanding Information Transmission, John Wiley, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92610	**Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten** (Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (2 SWS) Übung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (2 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek Marcel Hoffmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek
5	**Inhalt**	Das Modul beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Zunächst werden der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente behandelt. Als Basis hierzu werden der Skineffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Bestandteil. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, behandelt. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik 1-2 • Mathematik 1-3 • Werkstoffkunde • Elektromagnetische Felder I (begleitend)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192

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

1	**Modulbezeichnung** 92641	**Praktikum Grundlagen der Elektro- und Schaltungstechnik** (keine englischsprachige Modulbezeichnung hinterlegt!)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik II (EEI) (1 SWS) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik I (EEI, ET, BPT) (1 SWS) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik III (1 SWS) Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik I für Mechatronik (0 SWS)	1,5 ECTS 1,5 ECTS 0,83 ECTS 0,83 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jan Steffen Schür Dr.-Ing. Daniel Kübrich Daniel Andreas Helen Groll Angelika Thalmayer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Christopher Beck
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Praktikums GET I werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Wickelkondensator 2. Magnetfeldmessung 3. Transformator 4. Schwingkreis Im Rahmen des Praktikums GET II werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Ohmsche Netze; Zweitore 2. Quelle und Last; reaktiver Zweipol; Bode-Diagramm 3. Schaltungssimulation 4. Nichtsinusförmige periodische Signale und Fourierreihen Im Rahmen des Praktikums GET III werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt: 1. Einschwingvorgänge 2. nichtlineare Netzwerke 3. Messschaltungen

		4. Brückenschaltung Die Dauer der einzelnen Versuche entspricht etwa der Dauer von 3-4 Vorlesungsstunden. Nähere Informationen zur Anmeldung und zur Gruppeneinteilung sind im Sekretariat des Lehrstuhls erhältlich bzw. werden am Ende der VL Grundlagen I besprochen. Für die erfolgreiche Teilnahme an den Versuchen wird ein Schein ausgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: • Messaufbauten mit den grundlegenden Messgeräten wie z.B. Multimeter, Sinusgenerator, Oszilloskop sowie deren Bedienung zu verstehen, • den inneren Aufbau von Kondensatoren und Transformatoren zu analysieren, indem sie einen Kondensator und einen Transformator selber herstellen, • einfache Schaltungen messtechnisch zu analysieren und deren Verhalten zu verstehen, • durch einen Vergleich von gemessenen und berechneten Ergebnissen den Einfluss von parasitären Eigenschaften zu verstehen, • den grundlegenden Umgang mit nichtsinusförmigen periodischen Signalen zu verstehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Voraussetzung: • |Grundlagen der Elektrotechnik I| • |Grundlagen der Elektrotechnik II| • |Grundlagen der Elektrotechnik III|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	
11	**Berechnung der Modulnote**	
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 36 h Eigenstudium: 39 h
14	**Dauer des Moduls**	3 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Unterlagen zur Vorlesung |Grundlagen der Elektrotechnik I| • Unterlagen zur Vorlesung |Grundlagen der Elektrotechnik II| • R. Lerch: Elektrische Messtechnik, Springer, 5. Auflage • Versuchsbeschreibungen

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

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016 • M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004 • W. Leonhard. Einführung in die Regelungtechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987 • J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020 • R. Unbehauen. Regelungtechnik 1, 12. Auflage, 2002 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995

1	**Modulbezeichnung** 92660	**Schaltungstechnik** (Circuit technology)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Schaltungstechnik (2 SWS) Vorlesung: Schaltungstechnik (2 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Marco Dietz Sascha Breun Fabian Michler Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel	

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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup
5	**Inhalt**	*Kontinuierliche Signale* Elementare Operationen, Delta-Impuls, Energie und Leistung, Skalarprodukt und Orthogonalität, Faltung und Korrelation *Fourier-Transformation* Definition, Symmetrien, inverse Transformation, Sätze und Korrespondenzen *Laplace-Transformation* Definition, Eigenschaften und Sätze, Inverse Transformation, Korrespondenzen *Kontinuierliche LTI-Systeme im Zeitbereich* Impulsantwort, Sprungantwort, Beschreibung durch Differentialgleichungen, Direktformen, Zustandsraumdarstellung, äquivalente Zustandsraumdarstellungen, Transformation auf Diagonalform *Kontinuierliche LTI-Systeme im Frequenzbereich* Eigenfunktionen, Systemfunktion und Übertragungsfunktion, Verkettung von LTI-Systemen, Zustandsraumbeschreibung im Frequenzbereich *Kontinuierliche LTI-Systeme mit Anfangsbedingungen* Lösung mit der Laplace-Transformation, Lösung über die Zustandsraumbeschreibung, Zusammenhang zwischen Anfangswert und Anfangszustand *Kontinuierliche LTI-Systeme mit speziellen Übertragungsfunktionen* Reellwertige Systeme, verzerrungsfreie Systeme, linearphasige Systeme, minimalphasige Systeme und Allpässe, idealer Tiefpass und idealer Bandpass

		Kausalität und Hilbert-Transformation Kausale kontinuierliche LTI-Systeme, Hilbert-Transformation, analytisches Signal *Stabilität und rückgekoppelte Systeme* Übertragungsstabilität, kausale stabile kontinuierliche LTI-Systeme, Stabilitätskriterium von Hurwitz, rückgekoppelte Systeme *Abtastung und periodische Signale* Delta-Impulskamm und seine Fourier-Transformierte, Fourier-Transformierte periodischer Signale, Abtasttheorem, ideale und nichtideale Abtastung und Rekonstruktion, Abtastung im Frequenzbereich
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Die Studierenden* • analysieren kontinuierliche Signale mit Hilfe der Fourier- und Laplace-Transformation • bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • berechnen System- und Übertragungsfunktionen für kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme • analysieren die Eigenschaften von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung • stufen kontinuierliche lineare zeitinvariante Systeme an-hand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein • bewerten Kausalität und Stabilität von kontinuierlichen linearen zeitinvarianten Systemen • beurteilen die Effekte und Grenzen einer Abtastung von kontinuierlichen Signalen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul Grundlagen der Elektrotechnik I+II" *oder* Module Einführung in die IuK" sowie Elektronik und Schaltungstechnik"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	B. Girod, R. Rabenstein, A. Stenger, Einführung in die Systemtheorie", Wiesbaden: Teubner-Verlag, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92682	**Signale und Systeme II** (Signals and systems 2)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	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. 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**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	keine Literaturhinweise hinterlegt!

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

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann
5	**Inhalt**	Vorlesung Werkstoffkunde (EEI, 1. Semester) 1.Streifzug durch die Werkstoffkunde 2.Kristalle Aufbau der Materie, kristalline Ordnung, dichteste Kugelpackung, Kristallbaufehler 3.Kristallbindung & Phasendiagramme Typen von Atombindungen im Kristallgitterverband, Schmelz- und Zersetzungstemperaturen von reinen Stoffen, von binären und von ternären Systemen, Phasendiagramme von Legierungen 4.Mechanische Eigenschaften von Festkörpern Material-Kenngrößen, klassischer" Zugversuch und Spannungs-Dehnungs-Diagramm, Plastische Verformung, Kriechverhalten, Rissbildung, Begriff der Härte. Ergänzung (kein Prüfungsstoff) Formgedächtnis-Legierung 5.Elektrische und Thermische Eigenschaften der Materie Grundlagen des elektrischen Ladungstransportes in Festkörpern, Mikroskopisches Bild des Ohmschen Gesetzes, elektrischer Transport in Metallen, Grundlagen des Wärmetransportes, Kühlung elektronischer Baugruppen 6.Metalle Elektrische Kabel und Leitungen, Lote, Kontakt- und Thermospannung, Peltiereffekt 7.Halbleiter Halbleiter-Grundlagen, Halbleitermaterial Silizium, Kristallzüchtung und Wafer-Herstellung, pn-Diode, µ-Elektronik, das Si-SiO2-Interface, Optoelektronik, Verbindungshalbleiter, Lichterzeugung, Lichtabsorption, Leucht- und Laserdiode, Glasfasern, Ergänzung (kein Prüfungsstoff)

		Farbdisplays, Amorphes und polykristallines Silizium für Solarzellen und TFTs, Photodiode und Solarzelle 8.Dielektrika Grundlagen, Materialkenngrößen, Materialklassen, Herstellungsverfahren, Isolatoren, Piezo- und Ferroelektrizität 9.Magnetismus Physikalische und materialwissenschaftliche Grundlagen, Materialien, Spulen und Transformatoren, Datenspeicherung 10.Supraleiter Physikalische Grundlagen, Tief- und Hochtemperatur-Supraleiter, Typische Materialien, Anwendungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Bachelor of Science Elektrotechnik - Elektronik und Informationstechnik 20192
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**	W. v.Münch - Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner-Verlag. H. Schaumburg - Einführung in die Werkstoffe der Elektrotechnik, Teubner-Verlag