Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science

Wirtschaftsingenieurwesen

(Prüfungsordnungsversion: 20212)

für das Sommersemester 2024

Inhaltsverzeichnis

Allgemeine Wahlmodule (1720)....11
Projektarbeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212) (1994)....12
Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212) (1995)....15
Masterarbeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212) (1999)....18
Schlüsselqualifikationen
- Die psychologische Bedeutung von Arbeit (56900)....21
- Excel für Insurance und Finance (86358)....23
- Intercultural Competence (86398)....24
- Kommunikation in Technik-Wissenschaften (779501)....25
- Sprachen im Schlüsselqualifikationsmodul....

Technische Wahlmodule
- Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030)....32
- Power electronics for decentral energy systems (42919)....34
- Satellitenkommunikation (43460)....37
- Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (44260)....41
- Computational Dynamics (44450)....43
- Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik (45310)....45
- Soft Skills für Ingenieure (45480)....47
- Turbomaschinen (45495)....49
- Scannen und Drucken in 3D (46100)....51
- Machine Learning in Signal Processing (48440)....53
- Designing gamified systems (DGS) (57046)....55
- Beyond FEM (92250)....58
- Kommunikationsnetze (92290)....60
- Human-centered mechatronics and robotics (92345)....62
- Robot mechanisms and user interfaces (92359)....64
- Ereignisdiskrete Systeme (92430)....66
- Robotics 1 (92519)....68
- Elektromagnetische Felder I (92520)....70
- Numerical Optimization and Model Predictive Control (92528)....73
- Nonlinear Control Systems (92529)....75
- Elektromagnetische Felder II (92530)....77
- Robotics 2 (92535)....79
- Halbleiterbauelemente (92590)....81
- Kommunikationselektronik (92730)....83
- Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (92840)....86
- Computational multibody dynamics (92860)....89
- Robotics Frameworks (92880)....91
- Systemnahe Programmierung in C (93170)....93
- Grundlagen der Messtechnik (94510)....96
- Softwareentwicklung für Ingenieure (94531)....105
- International Supply Chain Management (94920)....107
- Engineering of Solid State Lasers (94930)....109
- Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (94940)....111
- Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (94946)....113
- Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (94947)....115
- Grundlagen der Robotik (94951)....117
- Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)....119
- Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068)....121

Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (95150)....123
Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (95270)....125
Automotive Engineering I (95340)....127
Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (95350)....129
Lasersystemtechnik I: Hochleistungslaser für die Materialbearbeitung: Bauweisen, Grundlagen der Strahlführung und –formung, Anwendungen (95360)....131
Karosseriebau - Werkzeugtechnik (95370)....133
Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (95380)....134
Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940)....136
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (96010)....138
Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (96020)....140
Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (96072)....142
Digitale elektronische Systeme (96090)....144
Integrierte Navigationssysteme (96101)....146
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung (96230)....148
Hochspannungstechnik (96240)....150
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260)....152
Image and Video Compression (96310)....154
Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung (96321)....157
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (96360)....159
Schutz- und Leittechnik (96420)....161
Statistical Signal Processing (96430)....163
Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (96440)....166
Speech and Audio Signal Processing (96460)....169
Thermische Kraftwerke (96480)....172
Analoge elektronische Systeme (96500)....174
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (96511)....176
Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (96521)....178
Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (96550)....180
Thermisches Management in der Leistungselektronik (96680)....182
Kommunikationsstrukturen (96801)....184
Low Power Biomedical Electronics (96831)....186
Multiphysics Systems and Components (96841)....188
Convex Optimization in Communications and Signal Processing (96850)....190
Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (96875)....192
Auditory Models (96885)....194
Music Processing - Analysis (96890)....195
Music Processing - Synthesis (96895)....198
Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (96910)....200
Fertigungsmesstechnik II (96925)....203
Rechnergestützte Messtechnik (96930)....208
Praktische Einführung in Machine Learning (96940)....213
Produktentwicklung Integrierter Systeme (Analog/Mixed-Signal) (97003)....215
Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (97007)....217
Wärme- und Stoffübertragung (97030)....219
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060)....221
Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (97085)....224
Gießereitechnik 1 (97086)....226
Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (97130)....231
Technische Schwingungslehre (97190)....234
Fertigungsmesstechnik I (97247)....238
Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248)....248

Ausgewählte wissensbasierte Verfahren in der Fertigungstechnologie (97251)..... 252
Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (97252).....254
Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (97260)..... 256
Numerische und experimentelle Modalanalyse (97265)..... 259
Lasersystemtechnik II: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik (97283)..... 263
Automatisierte Produktionsanlagen (97303)..... 265
Digitale Regelung (97360).....268
Drahtlose Automobilelektronik (92539)..... 270
Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel) (96313).....272
Werkstoffverbunde mit Kunststoffen (94902)..... 274
Informatik für Ingenieure I (97080).....276
Leistungselektronik (96630).....278
Deep Learning (901895)..... 280
Kunststoffe und Ihre Eigenschaften (46950).....282
Praktikum Scannen und Drucken in 3D (46102)..... 284
Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) (45291)..... 285
Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE) (97322)..... 288
Advanced Communication Networks (151664).....290
Einführung in die Bruchmechanik (255385).....294
Industrie 4.0 für Ingenieure (319238).....296
Channel Coding on Graphs (412023)..... 298
Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen (432733)..... 301
Random Matrices in Communications and Signal Processing (451971)..... 303
Molecular Communications (454183).....305
Transformationen in der Signalverarbeitung (498723).....307
Materialmodellierung und -simulation (537468)..... 309
Testfreundlicher Schaltungsentwurf (542026)..... 311
Hauptseminar Messtechnik (607629).....313
Systemprogrammierung Vertiefung (650143).....315
Machine Learning in Communications (668129).....317
Multiuser Information and Communications Theory (687141)..... 318
Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (767791)..... 320
Kommunikation in Technik-Wissenschaften (779501).....323
Speech Enhancement (788996).....329
Body Area Communications (816185)..... 331
Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (830631)..... 333
Mikromechanik (837601)..... 336
Introduction to the Finite Element Method (838659).....338
Technologie-Startup-Seminar (856328).....340
Umformverfahren und Prozesstechnologien (861589).....342
Künstliche Intelligenz I (894856)..... 344
Laser in der Medizintechnik (988980).....346
Höhere Festigkeitslehre (998986)..... 348
Virtual Vision (96314)..... 350
Projektwoche Operational Excellence (97128)..... 352
Robust Design und Toleranzmanagement (97329).....354
Technische Thermodynamik (92010)..... 356
Technische Thermodynamik (95880)..... 358
Systemprogrammierung (93180).....360
Grundlagen der Systemprogrammierung (93181).....363
Kunststoffcharakterisierung und -analytik (528791)..... 366

Kunststoff- Fertigungstechnik (46910)....368
Kunststoffverarbeitung (95260).... 370
Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (669700).... 372
Numerik I für Ingenieure (64620).... 373
Selected topics in vehicle electrification (92545).... 375
Qualitymanagement 1 (97324).... 377
Quality Management 2 (97325)....379
Modelling and Synthesis of Digital Systems (96112).... 381
Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen (43911).... 383
Produktion elektrischer Motoren und Maschinen (94952)....387
Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) (97304)....389
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (97074).... 391
Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (97076).... 393
Automotive Engineering II (95345)....396
Radarfernerkundung mit Satelliten (94966).... 398
Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM) (46939)....400
Hochfrequenzmesstechnik (145947).... 401
Kunststofftechnik II (97320)....403
Konstruieren mit Kunststoffen (95250)....406
Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe (46900).... 408
Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik
Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung (92511).... 411
Praktikum Transmission System Operations and Control (96531).... 412
Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (490782).... 414
Laborpraktikum Leistungselektronik (97610)....416
Praktikum Elektrische Energieversorgung (126738).... 418
Praktikum Automatisierungstechnik (510068).... 420
Praktikum Hochspannungstechnik (967871)....422
Praktikum Power System Operations and Control (96532).... 424
Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik
Praktikum Digitale Übertragung (93511).... 428
Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I (96842).... 432
Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme (97470)....434
Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen (97525)....437
Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (97530).... 440
Laborpraktikum Mobilkommunikation (97640)....443
Laborpraktikum Image and Video Compression (97651)....446
Laborpraktikum Systematischer Entwurf programmierbarer Logikbausteine (97720)....448
Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich
Designing technology (57074)....451
Cases in business controlling (53940).... 453
Principles of marketing IV (54052)....455
Principles of marketing V (54062)....457
Principles of marketing VI (54072)....459
Branchen- und themenspezifisches Nachhaltigkeitsmanagement (57453)....461
Fallstudien und Projekte im Management IV (52146)....463
Fallstudien und Projekte im Management I (53492).... 465
Strategic Market Interaction (48433)....467
Sustainability management and corporate functions (52130).... 469
Quantitative Risk Assessment with Excel (52260)....471
Das Industrieseminar (52500).... 473

Praxisseminar: Entwicklung und Vermarktung innovativer Versicherungsprodukte (52581)....475
Quantitative methods in energy market modelling (52592)....477
Strategisches Innovationsmanagement (52610)....479
Rechnungslegung und Reporting nach HGB/IFRS/Solvency II bei Versicherungen (52670)....481
Strategische Vorausschau in Theorie und Praxis (52761)....483
Seminar energy markets (52990)....485
Personalmanagement (53030)....487
Mathematical Optimization for Communications and Signal Processing (53180)....489
Empirical environmental economics (53285)....491
Workshop capital markets research (53330)....492
Business strategy (53410)....494
Produktions- und Supply Chain Management (53422)....496
Controlling of business systems (53430)....497
Technology and innovation management (53450)....499
Kostenträger I (53521)....501
Pharmamanagement I (53531)....503
Krankenhausmanagement I (53541)....505
Ambulantes Management I (53551)....506
Medizin (53561)....508
Businessplanseminar (53622)....509
Industrielles Management (53640)....511
Global operations strategy (53651)....512
Strategic problem solving in the digital age (53674)....514
Corporate Investment Controlling (53700)....516
Foundations of international management I (53710)....518
Foundations of international management II (53720)....520
Corporate strategy (53730)....522
Supply chain management research seminar (53763)....524
Finanz- und Bankmanagement (53770)....525
Workshop: Finance (53910)....527
Advanced marketing management II: Advanced topics in marketing (54141)....529
Advanced marketing management IV (54162)....530
Advanced marketing management V (54171)....532
Konzernrechnungslegung (54251)....534
Principles of marketing II (54262)....536
Principles of marketing III (54271)....538
Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung (54290)....540
Steuerliche Gewinnermittlung (54300)....542
Seminar Optimierung in Energiemärkten (54340)....544
Internet of things and industrial services seminar (54350)....545
Internationale Transportlogistik- und Distributionssysteme (54360)....546
Process Analytics (PA) (54760)....548
Design thinking und Produktdesign (55231)....550
Aktuelle Fragen aus FACT I (55250)....552
Global retail logistics (55291)....555
Global logistics and supply chain management (55300)....557
Logistik-Consulting (55310)....559
Fallstudien und Projekte im Management III (55340)....560
Fallstudien und Projekte im Management VII (55382)....561
Internationales Projektseminar (55401)....563
Fallstudien und Projekte im Management IX (55403)....565

Fallstudien und Projekte im Management X (55404)....567
Fortgeschrittene Methoden der Managementforschung VII (55490)....569
Praxisseminar mit Prof. Dr. Heinrich v. Pierer (55521).... 571
Hauptseminar Finance (55530)....573
Hauptseminar Risk and Insurance (55600).... 575
R for insurance and finance (56130).... 577
Digital change management (56210)....579
Strategic supply management (56220).... 581
Versorgungsmanagement I (56231)....582
Financial engineering and structured finance (56270)....584
Organizing for digital transformation (56422)....586
Unternehmenssteuerrecht (56460)....588
Versicherungs- und Risikotheorie (56470).... 589
Bedürfnisse von Arbeitnehmer*innen - das Beispiel Diversity (56512)....591
Asset liability management (Versicherungen) (56530)....592
Lebensversicherung (56540)....594
Managing enterprise-wide IT architectures (57030)....596
Business intelligence (57043).... 598
Designing gamified systems (DGS) (57046)....600
Innovation and leadership (57053)....603
Managing global projects and information technology (57060)....605
Platform strategies (57110).... 608
Management von Logistik- und SCM-Projekten (57173).... 610
Technology-based service innovation (57174)....612
Planspiel: Unternehmen wert- und risikoorientiert steuern (57178).... 614
Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Industrie (57179)....617
Service innovation (57241)....619
Foundations of linked data (57320).... 621
AI and Data in Business and Management (57387)....623
Product innovation management in emerging markets (57410).... 625
Regeneration and sustainable development (57455).... 627
Das Innovationsseminar (57490).... 629
Advanced marketing management I: Service Marketing (58072).... 631
Advanced marketing management VII (58081)....633
Robuste Optimierung 1 (65175)....634
Robust optimization II (65918).... 636
Optimization in industry and economy (65923)....638
Operations Research 1 (65990)....640
Operations Research 2 (65991)....642
Klima- und Ressourcenökonomik (86781).... 644
Aktuelle Fragen aus FACT II (55261).... 646
Principles of marketing I (54011).... 649
Economics of climate change (ECC) (53287)....651
Angewandte Methoden: Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie (52341)....653
1.+ 2. Wahlpflichtmodul
Power electronics for decentral energy systems (42919).... 656
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (96360).... 659
Thermische Kraftwerke (96480).... 661
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (96511)....663
Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (96521)....665
Elektrische Antriebstechnik I (96540)....667
Elektrische Maschinen I (96570)....670

Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060)....672
Wahlpflichtmodul 1
Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme (96511)....676
Vertiefungsmodul 1....
Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS (96072)....678
Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung (96230)....680
Hochspannungstechnik (96240)....682
Wahlpflichtmodul 2
Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (96521)....685
Vertiefungsmodul 2....
Wahlpflichtmodul 3
Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (96360)....688
Vertiefungsmodul 3....
Schutz- und Leittechnik (96420)....690
Wahlpflichtmodul 5
Elektrische Antriebstechnik I (96540)....697
Vertiefungsmodul 5....
Elektrische Antriebstechnik II (96120)....700
Pulsumrichter für elektrische Antriebe (96370)....703
Wahlpflichtmodul 6
Elektrische Maschinen I (96570)....706
Vertiefungsmodul 6....
Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen (96040)....708
Elektrische Kleinmaschinen (96130)....710
Elektrische Maschinen II (96160)....712
Wahlpflichtmodul 7
Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060)....715
Vertiefungsmodul 7....
Digitale Regelung (97360)....718
Wahlpflichtmodul 8
Power electronics for decentral energy systems (42919)....721
Vertiefungsmodul 8....
Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III) (92523)....724
Thermisches Management in der Leistungselektronik (96680)....726
Wahlpflichtmodul 4.2
Thermische Kraftwerke (96480)....729
Vertiefungsmodul 4....
Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (96550)....694
1.+ 2. Wahlpflichtmodul
Systemnahe Programmierung in C (93170)....732
Digitaltechnik (92510)....735
Introduction to Deep Learning (43405)....737
Machine Learning in Signal Processing (48440)....740
Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)....742
Mobile Communications (43141)....744
Echtzeitsysteme (43940)....746
Kommunikationsnetze (92290)....751
Kommunikationselektronik (92730)....753
Digitale Übertragung (93510)....756
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601)....758
Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (96180)....762
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260)....765

Statistical Signal Processing (96430)....767
Analoge elektronische Systeme (96500).... 770
Kommunikationsstrukturen (96801)....772
Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion (96875).... 774
Auditory Models (96885).... 776
Informatik für Ingenieure I (97080)....777
Modelling and Synthesis of Digital Systems (96112).... 779
Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen (43911).... 781
Wahlpflichtmodul 1.1
Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601).... 786
Vertiefungsmodul 1....
Kanalcodierung (96270).... 790
Multiuser Information and Communications Theory (687141).... 794
Wahlpflichtmodul 1.2
Digitale Übertragung (93510).... 797
Vertiefungsmodul 1.2....
MIMO Communication Systems (96300).... 799
Wahlpflichtmodul 2.1
Kommunikationsnetze (92290)....802
Vertiefungsmodul 2.1....
Image and Video Compression (96310)....804
Wahlpflichtmodul 2.2
Statistical Signal Processing (96430)....808
Vertiefungsmodul 2.2....
Speech and Audio Signal Processing (96460).... 811
Wahlpflichtmodul 3.1
Analoge elektronische Systeme (96500).... 815
Vertiefungsmodul 3.1....
Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (96010)....817
Wahlpflichtmodul 3.2
Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260)....820
Vertiefungsmodul 3.2....
Digitale elektronische Systeme (96090).... 822
Wahlpflichtmodul 4
Mobile Communications (43141)....825
Vertiefungsmodul 4....
Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung (43400).... 827
Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (43420)....830
Wahlpflichtmodul 5
Kommunikationselektronik (92730).... 834
Kommunikationsstrukturen (96801)....837
Vertiefungsmodul 5....
Satellitenkommunikation (43460).... 839
Wahlpflichtmodul 6
Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (96180)....844
Modelling and Synthesis of Digital Systems (96112)....847
Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen (43911)....849
Vertiefungsmodul 6....
Entwurf integrierter Schaltungen I (96590)....853
Wahlpflichtmodul 8.1
Informatik für Ingenieure I (97080)....856
Vertiefungsmodul 8.1....
Konzeptionelle Modellierung (93130)....858

Konstruktives Software Engineering (471229).....860
Wahlpflichtmodul 8.2
Echtzeitsysteme (43940).....863
Vertiefungsmodul 8.2.....

1	**Modulbezeichnung** 1720	**Allgemeine Wahlmodule** Elective subjects	**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**	Die individuell in den gewählten Modulen erworbenen Kompetenzen können den Modulbeschreibungen der gewählten Module entnommen werden. Vom individuellen Modul unabhängige Kompetenzen: Die Studierenden erwerben zusätzliche Kenntnisse und Kompetenzen in einem neuen Fachgebiet oder vertiefen vorhandenes Wissen in einem bereits im Wirtschaftsingenieurwesen-Curriculum enthaltenen Themenfeld. Die Studierenden erwerben Selbst- und Sozialkompetenz durch eine breite, fachrichtungsübergreifende Qualifizierung innerhalb der individuell gewählten Module. Die Studierenden schärfen durch die Wahlfreiheit ihr individuelles Profil im Hinblick auf ihr angestrebtes zukünftiges Berufsfeld.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	An dieser Stelle werden keine Studien- und Prüfungsleistungen ausgegeben, da es sich um einen uni-weiten Wahlbereich handelt.
11	**Berechnung der Modulnote**	An dieser Stelle werden keine Studien- und Prüfungsleistungen ausgegeben, da es sich um einen uni-weiten Wahlbereich handelt.
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 1994	**Projektarbeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212)** Project-Thesis	**12,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Projektarbeit aus dem Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens und die Vorstellung der Ergebnisse im Rahmen eines Hauptseminars. Die Projektarbeit im Masterstudium dient dazu, die selbstständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen des Wirtschaftsingenieurwesens zu erlernen. Die Projektarbeit muss im Themenbereich eines der gewählten ingenieurwissenschaftlichen Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule oder in einem Modul der wirtschaftswissenschaftlichen Vertiefungsmodulgruppe angefertigt werden. Die Projektarbeit soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein Thema aus einem anderen Teilbereich zum Gegenstand haben als die Bachelorarbeit.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Projektarbeit dient dazu, die selbständige Bearbeitung von Aufgabenstellungen des Wirtschaftsingenieurwesens zu erlernen. Die Studierenden • beherrschen die Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens in ihrem Fachgebiet und können eine begrenzte Fragestellung auf dem Gebiet des Wirtschaftsingenieurwesens selbstständig bearbeiten • setzen sich kritisch mit wissenschaftlichen Ergebnissen aus dem Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens auseinander und ordnen diese in den jeweiligen Erkenntnisstand ein • sind in der Lage, die Grundlagen der Forschungsmethodik anzuwenden, z.B. relevante Informationen, insbesondere im eigenen Fach sammeln, eigenständige Projekte zu bearbeiten, (empirische) Daten und Informationen zu interpretieren und zu bewerten bzw. Texte zu interpretieren • sind in der Lage, ihren eigenen Fortschritt zu überwachen und steuern • können komplexe fachbezogene Inhalte aus dem Bereich des Wirtschaftsingenieurwesens klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • können sich aktiv in die Diskussion bei anderen Vorträgen des Hauptseminars einbringen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung schriftlich (6 Monate) Die Projektarbeit ist in ihrer Anforderung so zu stellen, dass sie in ca. 300 Stunden innerhalb von fünf Monaten abgeschlossen werden kann. Das Hauptseminar umfasst folgende Punkte: 1) Erstellung einer Präsentation über die eigene Bachelor-, Projekt- bzw. Masterarbeit (bzw. für Ba/Ma Medizintechnik und Ma Mechatronik auch über ein eigenständiges vom Lehrstuhl ausgegebenes Seminarthema) mit Abgabe der Folien/Präsentationsdatei spätestens 1 Woche vor dem eigenen Vortrag bei dem Seminarleiter bzw. der Seminarleiterin, z.B. durch Upload in der entsprechenden StudOn-Gruppe 2) Halten des Seminarvortrags (Dauer ca. 20 min Vortrag + ca. 10 min Diskussion) 3) Hören und vorbereitete Teilnahme an der Diskussion bei mindestens 5 anderen Vorträgen des gleichen Seminars des Lehrstuhls Der Termin für den Vortrag wird von der oder dem betreuenden Seminarleiter/in entweder während der Abschlussphase oder nach Abgabe der Projektarbeit festgelegt und mindestens 1 Woche vorher bekanntgegeben. Die Teilnahme und Vorträge der Studierenden können auch in Abstimmung mit dem betreuenden Lehrstuhl per Videokonferenz erfolgen. Für die Anfertigung der Projektarbeit wird das dritte Fachsemester empfohlen. Die Betreuung erfolgt durch die für das gewählte Modul verantwortliche Lehrperson und ggfs. von dieser beauftragte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (20%) schriftlich (80%) Projektarbeit: Anteil an der Berechnung der Modulnote: 80.0 % Hauptseminar: Anteil an der Berechnung der Modulnote: 20.0 %
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 345 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 1995	**Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212)** Practical Internship	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt praktische Erfahrungen in einem studiengangbezogenen Berufsfeld. Es müssen sechs Wochen technisches Praktikum oder sechs Wochen betriebswirtschaftliches Praktikum gemäß der Praktikumsrichtlinie absolviert werden. Das technische Praktikum in Industriebetrieben bzw. das betriebswirtschaftliche Praktikum in Industriebetrieben, Betrieben der Wirtschaft und/oder Wirtschaftsverwaltung ist förderlich und teilweise unerlässlich zum Verständnis der Vorlesungen und Übungen in den technischen und wirtschaftswissenschaftlichen Studienfächern. Als wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Studium im Hinblick auf die spätere berufliche Tätigkeit ist sie wesentlicher Bestandteil des Studienganges. Die Studierenden sollen dabei die für das Fachstudium erforderlichen Kenntnisse über die Erzeugung der Werkstoffe und deren Bearbeitung erwerben, Aufbau und Wirkungsweise von Werkzeugmaschinen praktisch kennen lernen und sich mit dem Zusammenbau von Maschinen und Apparaten und mit der Prüfung und Kontrolle von einzelnen Werkstücken und ganzen Maschinen vertraut machen. Es sollen betriebswirtschaftliche Kompetenzen im Bereichen wie z.B. Vertrieb, Marketing, Buchhaltung, Einkauf, Personalwesen, Consulting. Die Studierenden sollen darüber hinaus Einblick in die organisatorische Seite des Betriebsgeschehens erhalten und die soziale Struktur eines Betriebes verstehen lernen. Das Verhältnis der Führungskräfte und Mitarbeiter am Arbeitsplatz kennen und beurteilen zu lernen, ist für den Studierenden wichtig, um so seine künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit in einem Betrieb richtig einzuordnen. Das Praktikum soll nur sekundär handwerkliche Fähigkeiten vermitteln und unterscheidet sich daher grundsätzlich von einer Berufsausbildung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die praktische Ausbildung soll Einblicke in die Organisation und soziale Struktur eines Industriebetriebes geben sowie an die berufliche Tätigkeit von Wirtschaftsingenieuren und Wirtschaftsingenieurinnen heranführen. • Die Studierenden wenden ihre im Studienverlauf erworbenen Fachkompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern des Wirtschaftsingenieurwesens an. • Die Studierenden wenden Ihre im Studienverlauf erworbenen Methoden-, Informations-, Kommunikations- und Präsentationskompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern des Wirtschaftsingenieurwesens an.

		• Die Studierenden erwerben für den Berufsalltag grundlegende Kompetenzen des Selbst- und Zeitmanagements. • Die Studierenden erwerben grundlegende, für den Berufsalltag erforderliche Sozialkompetenzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung (6 Wochen) Für das Bestehen des Master-Studienganges ist eine praktische Tätigkeit im Umfang von mindestens 6 Wochen nachzuweisen. Als Nachweis sind folgende Unterlagen einzureichen: • Praktikumszeugnis • Arbeitsberichte, ein Arbeitsbericht muss pro Woche mindestens 1 Seite DIN A4 Text beinhalten. Bei einem technischen Praktikum ist mindestens eine technische Skizze im Zusammenhang mit einer im Praktikum ausgeübten Tätigkeit anzufertigen und einzureichen. • Tätigkeitsübersicht (Wochenübersicht), in einer kurzen Übersicht werden für jeden Praktikumstag die Betriebsstätten sowie die Art und Dauer der ausgeführten Arbeiten stichpunktartig aufgeführt Bitte beachten Sie, dass der Praktikumsbericht und die Tätigkeitsnachweise von Ihnen unterschrieben und von der Firma freigegeben sein muss! Die Praktikumsunterlagen sind online unter: https://praktikumsamt.mb.tf.fau.de/ einzureichen. Die berufspraktische Tätigkeit kann in jedem Semester abgeleistet werden. Eine im Bachelorstudium abgeleistete freiwillige berufspraktische Tätigkeit, die über den Umfang des Pflichtpraktikums im Bachelorstudium (12 Wochen) hinausgeht, kann für das Masterstudium angerechnet werden. Dabei gilt für die Praktikumsunterlagen auch die Jahresfrist.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 225 h Eigenstudium: 0 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	https://www.department.mb.tf.fau.de/studium/praktikumsamt/

1	**Modulbezeichnung** 1999	**Masterarbeit (M.Sc. Wirtschaftsingenieurwesen ET 20212)** Master's thesis	**30 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**	Das Modul beinhaltet das Verfassen einer wissenschaftlichen Masterarbeit aus dem Bereich Wirtschaftsingenieurwesen. Die Masterarbeit muss im Themenbereich eines der gewählten ingenieurwissenschaftlichen Vertiefungs- oder Wahlpflichtmodule oder in einem Modul der wirtschaftswissenschaftlichen Vertiefungsmodulgruppe angefertigt werden. Die Masterarbeit soll in einem konsekutiven Studium nach dieser Prüfungsordnung ein anderes Thema als die Bachelor- bzw. Projektarbeit zum Gegenstand haben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Masterarbeit dient dazu, die Fähigkeit zu selbständiger Bearbeitung wissenschaftlicher Aufgabenstellungen des Wirtschaftsingenieurwesens nachzuweisen. Die Studierenden • erwerben die Fähigkeit, eine wissenschaftliche Fragestellung aus dem Bereich Wirtschaftsingenieurwesen über einen längeren Zeitraum zu verfolgen, das entsprechende Fachgebiet selbstständig und innerhalb einer vorgegebenen Frist zu bearbeiten • entwickeln eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme aus dem Bereich Wirtschaftsingenieurwesen • gehen in vertiefter und kritischer Weise mit Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Wirtschaftsingenieurwesens um und reflektieren diese • sind in der Lage, geeignete wissenschaftliche Methoden weitgehend selbständig anzuwenden und weiterzuentwickeln – auch in neuen und unvertrauten sowie fachübergreifenden Kontexten – sowie die Ergebnisse in wissenschaftlich angemessener Form darzustellen • können fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht schriftlich und mündlich präsentieren und argumentativ vertreten • erweitern ihre Planungs- und Strukturierungsfähigkeit in der Umsetzung eines thematischen Projektes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mit der Masterarbeit kann i.d.R. erst begonnen werden, wenn alle anderen Module bestanden sind.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Pflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (6 Monate) Die Masterarbeit (Umfang ca. 50-200 Seiten) ist in ihren Anforderungen so zu stellen, dass sie bei einer Bearbeitungszeit von ca. 900 Stunden innerhalb von sechs Monaten abgeschlossen werden kann. Die Betreuung erfolgt durch die für das gewählte Modul verantwortliche Lehrperson sowie ggf. von dieser beauftragte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen bzw. Mitarbeiter.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Wiederholung der Prüfungen**	Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.
14	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 900 h
15	**Dauer des Moduls**	1 Semester
16	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
17	**Literaturhinweise**	

Schlüsselqualifikationen

1	**Modulbezeichnung** 56900	**Die psychologische Bedeutung von Arbeit** The psychological meaning of work	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: VHB-Kurs "Die psychologische Bedeutung von Arbeit" (2.0 SWS) Tutorium: Tutorium zum VHB-Kurs "Die psychologische Bedeutung von Arbeit" (0.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr. Rosemarie Gauglitz Prof. Dr. Klaus Moser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Klaus Moser
5	**Inhalt**	Das gegenwärtige gesellschaftliche System wird häufig als Arbeitsgesellschaft bezeichnet. Zugrunde liegt die Annahme, dass die moderne Erwerbsarbeit eine entscheidende Größe im Leben der meisten Menschen darstellt und ihre Gedanken, Empfindungen und ihr Verhalten entscheidend prägt. In einer Online-Vorlesung wird ein einführender Überblick in wesentliche Ansätze und Befunde der Forschung zur psychologischen Bedeutung von Arbeit gegeben. Der Fokus wird nicht nur auf theoretischen Konzepten und empirischen Befunden liegen, sondern es werden auch praktische Empfehlungen abgeleitet und die Perspektiven von Experten, Praktikern und Betroffenen einbezogen. Außerdem erfolgt eine Verknüpfung von Forschung und Praxis indem die Studierenden basierend auf ihren erworbenen Kenntnissen einen eigenen Interviewleitfaden zu einer Thematik aus der Vorlesung entwerfen und ein Interview mit einer betroffenen Person durchführen werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen Theorien und Modelle zur psychologischen Bedeutung der Arbeit kennen und entwickeln ein vertieftes Verständnis für grundlegende Methoden und zentrale Befunde dieses Forschungsfelds. Zudem lernen sie die eigene Einstellung gegenüber der Erwerbsarbeit und die eigenen arbeitsbezogenen Lebens- und Karrierepläne kritisch zu reflektieren. Sie erwerben darüber hinaus fundierte Kenntnisse zu wichtigen Interventionsarten im Kontext von Erwerbsarbeit und werden darauf vorbereitet, ihre erworbenen Kenntnisse in der eigenen beruflichen Praxis anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundkenntnisse sozialwissenschaftlicher Erhebungs- und Auswertungsmethoden, Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens, Bereitschaft zur Lektüre umfangreicher (englischsprachiger) Materialien, Englischkenntnisse mindestens auf Niveau UNICERT II.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Diskussionsbeitrag

		Fallstudie(n)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (60%) Diskussionsbeitrag (0%) Fallstudie(n) (40%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Moser, K., Paul, K., Soucek, R., & Wolff, H.-G. (2014). Planung und Evaluation organisationspsychologischer Interventionen. In H. Schuler & K. Moser (Hrsg.), Lehrbuch Organisationspsychologie (5. Auflage, S. 699-756). Huber: Bern. Paul, K. I. & Moser, K. (2015). Arbeitslosigkeit. In K. Moser (Hrsg.), Wirtschaftspsychologie (2. Auflage, S. 263-281). Springer: Berlin. Schaper, N. (2014). Wirkungen von Arbeit. In F. W. Nerdinger, G. Blickle, & N. Schaper (3. Auflage, S. 517-539). Arbeits- und Organisationspsychologie. Springer: Heidelberg. Wegge, J., Endsche, J., & Diestel, S. (2014). Arbeitsgestaltung. In H. Schuler & K. Moser (Hrsg.), Lehrbuch Organisationspsychologie (5. Auflage, S. 643-695). Huber: Bern.

1	**Modulbezeichnung** 86358	**Excel für Insurance und Finance** Excel for insurance and finance	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar "Excel für Insurance and Finance" (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt fundierte Kenntnisse im Umgang mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel durch Anwendung auf die Bewertung verschiedener Finanzinstrumente und die Risikoeinschätzung von Unternehmen. Ein zentrales Ziel der Veranstaltung ist das Erlernen von Schlüsselqualifikationen bei der Arbeit mit Standardsoftware im Bereich Insurance & Finance sowie die computerbasierte Darstellung und Berechnung von komplexen Finanzinstrumenten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden wenden Herangehensweisen und Techniken in Excel in Bezug auf Insurance & Finance an und übertragen diese auf ähnliche Problemstellungen. • Die Studierenden berechnen Kennzahlen zur Finanz- und Risikoanalyse eines Finanzdienstleistungsunternehmens. • Anhand von Fallstudien quantifizieren die Studierenden die Risikosituation von Versicherungsunternehmen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse in Finanzierung und Statistik sind hilfreich. Das Modul ist verwendbar innerhalb des Schlüsselqualifikationsmoduls.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;4;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten) Klausur 60 Minuten (in elektronischer Form)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (0%) Studienleistung bestanden (unbenotet)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 86398	**Intercultural Competence** Intercultural competence	**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. Dirk Holtbrügge
5	**Inhalt**	The aim of this course is to impart the basics of intercultural management. The course is mainly based on interaction and includes simulations and role plays on the part of the student teams.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students understand the impact of cultural diversity on management and the relevance of intercultural competence. They develop the capability of analyzing and evaluating different methods of intercultural training. Moreover, they develop intercultural skills and the ability to operate in intercultural settings. To reach these learning skills, the attendance of all participants in all sessions is required.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (0%)
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**	Holtbrügge, D., Engelhard, F., Kempf, C. (2018): Intercultural Competence. Nürnberg. Holtbrügge, D. (2018). Intercultural Training. Nürnberg. Holtbrügge, D. (2022). Intercultural Management: Concepts, Practice, Critical Reflection. Thousand Oaks: SAGE Publications Ltd. Schneider, S.C. & Barsoux, J.-L. (2003). Managing Across Cultures. 2nd ed., Harlow: Pearson/Financial Times, pp. 20-117.

1	**Modulbezeichnung** 779501	**Kommunikation in Technik-Wissenschaften** Communication in engineering sciences	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Das Modul wendet sich an Studierende aller Semester in allen Studiengängen technischer- bzw. MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) und soll helfen, Kommunikationsabläufe - insbesondere im fachlichen Umfeld - zu verstehen sowie dabei häufig vorkommende Fehler zu vermeiden. Im Studium ist dies wichtig bei • schriftlichen Ausarbeitungen wie Seminar- und Abschlußarbeiten, • mündlichen Darstellungen wie Vorträgen und Diskussionen sowie bei • Prüfungen - hier vor allem! Im Beruf - aber auch im Privatleben - ist eine gute Kommunikation mit Menschen aus der MINT- und vor allem der Nicht-MINT-Welt ebenfalls von entscheidender Bedeutung für erfolgreiches Handeln. Gliederung Das Modul vermittelt Kenntnisse und Fähigkeiten zu Kommunikationsabläufen im fachlichen Umfeld, im beruflichen Austausch mit Vertretern anderer Fachrichtungen und im allgemeinen zwischenmenschlichen Umgang. Dementsprechend überstreichen die folgenden Inhalte ein sehr weitgespanntes Spektrum von Themen. 0 Einführung Begriffe und Definitionen: Kommunikation zwischen Menschen in Abgrenzung zu anderen Bedeutungen, Technik und Technologie, Wissenschaftsbegriffe, Kriterien zur Abgrenzung, Pseudo-Wissenschaft 1 Physiologische Rahmenbedingungen: Sensorik des Menschen Sinne und Sinnesorgane, Eigenschaften 2 Kanäle für Kommunikation zwischen Menschen Bio-Physikalische Grundlagen, akustischer und optischer Kommunikationskanal, Entstehungsgeschichte der Zeichen. die Bedeutung von Sprache, Unterschied zwischen Kommunikation in Technik-Wissenschaften und allgemeiner Kommunikation 3 Sprachen in MINT-Fächern Begriffe, Fach- und Symbolsprachen, mathematischen Beziehungen, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, technischen Zeichnungen, Schaltpläne 4 Formen der Kommunikation in MINT-Fächern Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar, Bachelor-/Master-Arbeit, Promotionsverfahren, Habilitationsverfahren, Kolloquium, Kongress 5 Prüfungen gut vorbereiten und erfolgreich bestehen

		Ablauf und Vorbereitung mündlicher Prüfungen, Ablauf und Vorbereitung schriftlicher Prüfungen, allgemeine Vorbereitung auf einen Prüfungsabschnitt, Erwerb von Wissen und Können 6 Normung und Normen in der Technik Begriffe, Zuständigkeiten, Grundbegriffe bei Gleichungen: physikalische Größen große Zahlen, kleine Zahlen, Einheiten und Skalenpräfixe, relevante Normen finden, Beispiele 7 Kommunikation mit der Vergangenheit: Schrifttum und Recherche Formen wissenschaftlichen Schrifttums, richtiges Zitieren, Wege der Literaturrecherche, Sonderfall Patent-Recherche 8 Kommunikation mit der Zukunft: Protokolle und Patente Sammeln und Sichern von Arbeits-/Forschungsergebnissen, Umgang mit theoretischen und experimentellen Arbeitsergebnissen, Logistik, Fehler und Korrekturen, rechtliche Absicherung durch Patentieren 9 Publikationen erstellen: Texte Arten wissenschaftlicher Publikationen, Organisation von Herstellung und Inhalt, formale Regeln, angemessene Schreibstile, Beispiele 10 Publikationen erstellen: Graphik richtige Gestaltung, Herstellung von Photographien technischer Objekte, technische Zeichnungen, Herstellungsanweisungen, Schaltpläne der Elektrotechnik, Graphen von funktionalen Zusammenhängen, Beispiele 11 Vorträge von der Zuhörerschaft her planen Vortragscharaktere, Sprache, Niveau, Logistik, Technik, Zeitplanung 12 Vorträge inhaltlich aufbereiten inhaltliche Planung, Bildmaterial erstellen und aufbereiten, Sprechtext gliedern und formulieren, Sprechen und Projizieren 13 Vorträge gut präsentieren akustische Qualität des Sprechens, der Sprecher als Person, Technik der Bildpräsentation, Verkopplung von Sprechen und Projizieren, Beherrschung der Diskussion, Bewertung nach den sogenannten ABOS"-Kriterien 14 Publikationen und Vorträge prüfen Kommunikations-Fehler beim Planen/Reagieren, Sprechen/Hören, Zeichnen, Schreiben/Lesen, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden 15 Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt Inter-MINT-Kommunikation, Herausforderungen und Stil bei der Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt, aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen, Wort contra Graphik, Manipulative Information und Desinformation, Kritischer Verstand" bei der Beurteilung von Nachrichten, wie sieht die Nicht-MINT-Welt uns? 17 Grundkonzepte der Kommunikationspsychologie Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen, Kommunikation und Verhalten, Struktur in Kommunikationsabläufen: Interpunktion, nicht-sprachliche Ausdrucksmittel, Beziehungsformen, Störungen in der Kommunikation, Aspekte von Mitteilungen, explizite und implizite Botschaften, Kongruenz und Inkongruenz, Konstruktion beim Empfänger, Metakommunikation 18 Kommunikationsstile und Persönlichkeitstypen

		Intention von Kategorisierungen, Ansätze und Sichtweisen, Kommunikation und Persönlichkeit, Kommunikationsstile, belastende Kommunikationsmuster, Werkzeuge zur Analyse und Weiterentwicklung, Persönlichkeitstypen, Sicht auf sich selbst und die anderen, Nutzen und Risiken, Verhaltenshinweise 19 Interkulturelle Kommunikation Kulturbegriff, Anwendung des Kommunikationspsychologischen Werkzeugkoffers" aus Kap. 17 auf interkultureller Kommunikation, theoretisches Rüstzeug und praktische Hinweise
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können Formen fachlicher Kommunikation nennen. • Sie kennen Ablauf und Besonderheiten mündlicher und schriftlicher Prüfungen im Studium. Verstehen • Die Studierenden können die Begriffe Kommunikation", Technik" und verschiedene Wissenschaftsbegriffe erläutern. • Sie können Formen wissenschaftlichen Schrifttums erläutern. Anwenden • Die Studierenden können Gleichungen und physikalische Größen normgerecht darstellen. • Sie können Gestaltungsregeln und Ausdrucksmittel für wissenschaftliche Publikationen in Seminar- und Abschlussarbeiten korrekt anwenden. Analysieren • Die Studierenden können Besonderheiten der Fachkommunikation gegenüber allgemeiner zwischenmenschlicher Kommunikation herausstellen. • Sie können Äußerungen hinsichtlich der Aspekte Inhalt, Beziehung, Appell und Selbstkundgabe analysieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abgrenzen. • Sie können Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zwischenmenschlicher Kommunikation bewerten. • Sie können theoretische und experimentelle Arbeits- und Forschungsergebnisse kritisch bewerten. Erschaffen (keine) Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden: Die Studierenden können: • spezifische Lern- und Vorbereitungsstrategien für mündliche und schriftliche Prüfung anwenden • Bedeutung von Normung und Normen in der Technik wiedergeben • wissenschaftliche Quellen richtig zitieren • wissenschaftliches Schrifttum gezielt recherchieren

		• Arbeits- und Forschungsergebnisse protokollieren und sichern • Vorträge und Präsentationen anlaßgerecht planen, erstellen und präsentieren Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: Die Studierenden können: • naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen • manipulative Information und Kommunikation als solche erkennen, benennen und richtigstellen • Nachrichten und Aussagen mit kritischem Verstand beurteilen • Wahrnehmung der eigenen Fachwissenschaft und der eigenen Person als Vertreter derselben durch die "Nicht-MINT-Welt" richtig einschätzen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: Die Studierenden können: • Vorträge und Präsentationen im Hinblick auf die Zuhörerschaft planen • Präsentationstechniken hinsichtlich Aufmerksamkeitsführung, Blickkontakt zum Publikum, Qualität des optischen Materials und der akustischen Qualität bewerten • Kommunikations-Fehler bei Fachkommunikation, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden • zu Aussagen und Ergebnisse der eigenen Fachwissenschaft mit Nicht-Fachleuten geeignet kommunizieren und dabei aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen pflegen • Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen wiedergeben und verstehen • Kommunikation als Verhalten bzw. Gesamtheit aus Sprach- und Zeichenkommunikation, paralinguistischen Ausdrucksweisen und nicht-sprachlichen Ausdrucksmitteln verstehen • Kommunikationsabläufen im Hinblick auf die Wahrnehmung durch die Beteiligten strukturieren • Hierarchiebeziehungen in Kommunikationssituationen erkennen, einordnen und damit umgehen • Störungen in Kommunikationsabläufen erkennen und ihnen begegnen, z.B. durch Metakommunikation • verschiedene Aspekte von Mitteilungen in der zwischenmenschlichen Kommunikation erkennen und geeignet reagieren • explizite und implizite Botschaften bei Kommunikationsvorgängen unterscheiden und hinsichtlich Kongruenz analysieren • mit Bewusstsein für die Konstruktion individueller Wirklichkeiten bei Kommunikationsabläufen agieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Prüfungsform: schriftlich (90 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**	zur Vorlesungsbegleitung (wird zur Verfügung gestellt): Hans H. Brand: Kommunikation in Technik-Wissenschaften: oder: Was Ingenieure - außer dem Fachlichen - sonst noch wissen müssten und können sollten; Shaker Verlag, Aachen, 2012; ISBN 978-3-8440-1356-6 zur weiteren Vertiefung: Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson: Pragmatics of Human Communication, A Study of Interactional Patterns, Pathology and Paradoxes; Mental Research Institute, Palo Alto, CA, USA, 1967; deutsch:; Menschliche Kommunikation - Formen, Störungen, Paradoxien; Hans Huber, Bern, Schweiz, 1969/2000/2003/2007

		Friedemann Schulz v. Thun: Miteinander Reden 1 - Störungen und Klärungen - Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung 3 - Das Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1: 1981, 2:1989, 3:1998

Technische Wahlmodule

1	**Modulbezeichnung** 23030	**Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement** Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2.0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung • Total Quality Management und EFQM-Modell • Ausbildung und Motivation • Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking • Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel • Qualitätsbewertung • Qualität und Wirtschaftlichkeit • Six Sigma • Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten • |Qualitätsbewertung (Übung)| • |Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung)|
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen: • o Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen o Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen o Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen o die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren o die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen o Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln Evaluieren: die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich (60 Minuten) Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011 • Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021 • Wagner, K. W.; Patzak, G.: Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2020 • Zink, K. J.: Mitarbeiterbeteiligung bei Verbesserungs- und Veränderungsprozessen, Carl Hanser Verlag, München 2007

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** Power electronics for decentralized energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Raffael Schwanninger 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung • "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 43460	**Satellitenkommunikation** Satellite communication	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Satellitenkommunikation (2.0 SWS) Vorlesung: Satellitenkommunikation (2.0 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

1	**Modulbezeichnung** 44260	**Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements** Nonlinear finite elements	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Julia Mergheim Dr.-Ing. Gunnar Possart
5	**Inhalt**	• Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik • geometrische und materielle Nichtlinearitäten • Herleitung und Diskretisierung der schwachen Form in materieller und räumlicher Darstellung • konsistente Linearisierung • iterative Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme • Lösungsverfahren für transiente Probleme • diskontinuierliche Finite Elemente • Basic concepts in nonlinear continuum mechanics • Geometric and material nonlinearities • Derivation and discretization of the weak form in the material and spatial configuration • Consistent linearization • Iterative solution methods for nonlinear problems • Solution methods for transient problems • Discontinous finite elements
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit der grundlegenden Idee der nichtlinearen Finiten Element Methode • können nichtlineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren • kennen geeignete Lösungsverfahren für nichtlineare Problemstellungen • kennen geeignete Lösungsverfahren für transiente Probleme The students • are familiar with the basic concept of the finite element method • are able to model nonlinear problems in continuum mechanics • are familiar with solution algorithms for nonlinear problems • are familiar with solution methods for transient problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundkenntnisse in "Kontinuumsmechanik" und der "Methode der Finiten Elemente" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html

		einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. **<u>Organisatorisches:</u>** Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart. The language of instruction and examination will be agreed upon with the students in the first course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001 • Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003

1	**Modulbezeichnung** 44450	**Computational Dynamics** Computational dynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Computational Dynamics (2.0 SWS) Übung: Computational Dynamics - Tutorial (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Miguel Moreno Mateos	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Gunnar Possart
5	**Inhalt**	• Kurze, in sich geschlossene Einführung in die Finite-Elemente-Methode in einer und zwei Dimensionen für lineare Wärmeübertragung und mechanische Probleme • Algorithmen zur Lösung parabolischer Probleme (transiente Wärmeleitung) • Algorithmen zur Lösung hyperbolischer Probleme (Elastodynamik) • Stabilitätsanalyse der oben genannten Algorithmen • Lösungstechniken für Eigenwertprobleme • Brief, but self-contained, introduction to the finite element method in one- and two-dimensions for linear heat transfer and mechanics problems • Algorithms for solving parabolic problems (transient heat conduction) • Algorithms for solving hyperbolic problems (elastodynamics) • Stability analysis of the above algorithms • Solution techniques for eigenvalue problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode • können für eine gegebene zeitabhängige Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen • können Bewegungsgleichungen modellieren • können dynamischen Wärmeleitungsprobleme modellieren • können dynamische Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren • kennen direkte Zeitintegrationsmethoden • sind vertraut mit Eigenwertproblemen und Stabilitätsanalyse verschiedener Zeitintegrationsmethoden • können zeitabhängige Differentialgleichungen lösen The students • are familiar with the basic idea of the linear finite element method • know how to derive the weak and the discretized form of a given time-dependent differential equation

		• know how to derive the equations of motion • know how to formulate thermal problems • know how to formulate continuum mechanical problems • are familiar with direct time integration methods • are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods • know how to solve time-dependent differential equations
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet
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**	T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000.

1	**Modulbezeichnung** 45310	**Wärmekraftanlagen und Kraftwerkstechnik** Thermal power plants and power plant technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl
5	**Inhalt**	1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung 2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik • Dampfkraftprozesse, • Gasturbinenprozesse • Gasmotorenprozesse • Kombiprozesse 4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS) 5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien 6. Kernkraftwerke 7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung 8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke 9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung 10. Carnot-Batterien Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden • Solarthermische Kraftwerke • Geothermische Kraftwerke • Biomasse-Kraftwerke
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik • haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik • analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken • können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten • wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln • können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programiersprache Python berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag H. Spliethoff, Power genration from Solid Fuels, Springer-Verlag J. Karl, Klimawende, neobooks

1	**Modulbezeichnung** 45480	**Soft Skills für Ingenieure** Soft skills for engineers	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Übergeordnetes Ziel ist die Erlangung ausgewählter praxisrelevanter Soft Skills für den (Berufs-)Alltag eines Ingenieurs. Die Workshopreihe umfasst 5 Module: • Modul 1: Erfolg, Erfolgsfaktoren und Ziele - Erfolgreich im (Berufs-)Leben" • Modul 2: Zeit- und Selbstmanagement - Mehr Zeit für die wichtigen Dinge" • Modul 3: Basics Projektmanagement - Organisiert durch das (Arbeits-)Leben" • Modul 4: Kommunikationstraining - Make communication great (again)" • Modul 5: Konfliktmanagement - Konflikte in Chancen umwandeln"
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Ausgehend vom Begriff Erfolg" werden Erfolgsfaktoren identifiziert und das Festlegen von Zielen erlernt (Modul 1). Um Ziele zu erreichen, bedarf es einer strukturierten Herangehensweise entlang eines (Arbeits-)Tages (Modul 2) aber auch entlang einer umfangreicheren Aufgabe oder eines ganzen Projekts (Modul 3). Essentieller Schlüssel für das erfolgreiche bestreiten von Projekten ist eine wertschätzende Kommunikation (Modul 4), wobei sich Konflikte nie vermeiden lassen und in vielen Fällen in Chancen umgewandelt werden können (Modul 5).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Die Leistungsbewertung basiert ausschließlich auf Hausarbeiten: • Je eine Hausarbeit pro Modul (5 Module) • Alle 5 Hausarbeiten werden identisch gewichtet • Eine Hausarbeit umfasst ca. 3 Din A4 Seiten • Die Einreichung erfolgt im PDF Format

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

1	**Modulbezeichnung** 45495	**Turbomaschinen** Turbomachinery	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Stefan Becker
5	**Inhalt**	• Funktionsprinzip der Turbomaschinen • Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe • Ähnlichkeitskennzahlen • Kennlinien und Kennfelder • Betriebsverhalten • Grundbegriffe der Gitterströmung • Kräfte an Gitterschaufeln • Schaufelgitter • Gehäuse • CFD für Turbomaschinen • Grundlagen Windturbinen • Akustik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen • verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen • können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen • erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung) Modul: Thermodynamik (Empfehlung)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 46100	**Scannen und Drucken in 3D** Scanning and printing in 3D	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. Patric Müller
5	**Inhalt**	- Stereo-Imaging - Scannen dreidimensionaler Objekte - Computer-Tomographie und verwandte Techniken - 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze - 3D Bildverarbeitung - 3D Druck-Verfahren - 3D Projektion und Darstellung - Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: - beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie. - können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen. - gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug. - setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich (120 Minuten)
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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing - Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology - Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques

1	**Modulbezeichnung** 48440	**Machine Learning in Signal Processing** Machine learning in signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	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** 57046	**Designing gamified systems (DGS)** Designing gamified systems (DGs)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Gamified Systems (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser
5	**Inhalt**	Driven by the rising popularity of (video) games, technology, business, and society are increasingly influenced and penetrated by games and trends of the gaming industry. One of the probably most important phenomena of this multi-faceted development is gamification, which addresses the use of design principles and features from games in information systems, process or service design. Gamifications popularity stems from the notion that games are a pinnacle form of hedonic information systems and thus are particularly effective in invoking intrinsic motivation and experiences such as autonomy, mastery, flow, immersion, relatedness and overall enjoyment. Across industries, marketers, designers and developers are thus using gamification as a design approach when engineering digital products and services with the purpose of inducing gameful experiences, influencing human motivation and even change behavior in various contexts. This course • teaches the key concepts, design patterns, and approaches of motivational, hedonic (i.e. games and video games), social and gamified information systems. • offers deep insights into advanced concepts and theoretical foundations of game design, motivational psychology, and information system design. • introduces methods and frameworks for designing gamified systems and managing gamification projects. • discusses latest research findings and the potential impact of gamification on society, economy, and everyday life. Capstone Project: The course is complemented with a practical design project, where students in a team select and apply design methods & techniques in order to create a prototype of a gamified / hedonic information system. Within this project, the students can apply knowledge and skills acquired in this lecture and their studies in a challenging context.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students gain knowledge in understanding the underlying design principles of gamified and hedonic information systems and are able to analyze and discuss such systems. The students learn state-of-the-art methods, techniques, and tools for successfully conducting gamification projects and are able to select and apply them. The students train their creativity and prototyping skills. Further they can improve their collaboration and presentation skills.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Motivation to work in an international and interdisciplinary group on a challenging topic. Creativity, prototyping skills, or development experiences can be helpful. The number of participants is limited. Please see website for details on the application process!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht Präsentation Project report: 40% of module score (partly group work) (- ca. 20 pages, page limit includes: key figures, tables, abstract; limit excludes: cover page, references, and appendices. Presentation of the project report: 60% of module score (partly group work) - Group presentation of the project report and final prototype (5 min per person) - Each member presents the individual project contribution (10 min per person) - Followed by 10 min Q&A per person which focus on the content of the project and the lecture
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (40%) Präsentation (60%)
12	**Turnus des 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**	Koivisto, J & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. International Journal of Information Management, 45. pp. 191-210. Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information & Software Technology, 95. pp. 219-237. Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA. Salen, K. (2004). Rules of

		play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA. further literature will be made available in the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 92250	**Beyond FEM**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Dmytro Pivovarov
5	**Inhalt**	• Challenges of the modern FEM • Introduction into the XFEM • Introduction into the IGA-FEM • Introduction into the parametric FEM • Reduced order modeling as the necessary tool in the parametric FEM • Overview of other recently developed techniques and approaches
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • are familiar with the modern state of the art • are familiar with the nonlinear FEM and FEM solvers • are able to choose and apply suitable modern methods for solving problems • are able to work with a level-set function and choose enrichment strategy • are able to program B-splines and NURBS • are able to apply order reduction for parametric problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Fundamental knowledge of the Finite Element Method, e.g. by completing the courses Finite Element Method (FEM) or Introduction to the Finite Element Method (IFEM) Organizational: Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (45 Minuten) Beyond FEM (Prüfungsnummer: 22501) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 45, benotet Prüfungssprache: Englisch
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92290	**Kommunikationsnetze** Communication networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 92345	**Human-centered mechatronics and robotics**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2.0 SWS) Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2.0 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 actuators
		  ° Control methods Cognitive and physical human-robot interaction Empirical research methods
		  ° Research process and experiment design
		  ° Research methods, interferences, and ethics System integration and fault treatment The exercise will combine simulation sessions and a flip-the-classroom seminar where student groups present recent research papers and discuss them with all attendees.

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 92359	**Robot mechanisms and user interfaces**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Attendance is not mandatory.	
3	Lehrende	-	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Attendance accounts to 56h and self-study to 94h. It is a written exam that accounts to 100% of the final grade.
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**	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** 92430	**Ereignisdiskrete Systeme**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Ereignisdiskrete Systeme (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	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 Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) • Einführung in die Regelungstechnik (ERT)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999

1	**Modulbezeichnung** 92519	**Robotics 1**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Völz	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	• 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** 92520	**Elektromagnetische Felder I** Electromagnetic fields I	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zu Elektromagnetische Felder I (2.0 SWS) Vorlesung: Elektromagnetische Felder I (2.0 SWS)	- 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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** 92528	**Numerical Optimization and Model Predictive Control** Numerical optimization and model predictive control	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	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: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	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** 92529	**Nonlinear Control Systems** Nonlinear control systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 92530	**Elektromagnetische Felder II** Electromagnetic fields II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-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**	<u>empfohlene Voraussetzungen:</u> - EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Prüfungsfrom: schriftlich (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** 92535	**Robotics 2**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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 using the Euler-Lagrange equations and the recursive Newton-Euler algorithm • design and implement nonlinear methods for robot motion and force control and analyze their stability using Lyapunov theory • plan collision-free motions for robots in known environments using local and global planning algorithms
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended prior knowledge: Basics of advanced mathematics, control theory and robotics
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	• 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** 92590	**Halbleiterbauelemente** Semiconductor devices	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze
5	**Inhalt**	Das Modul Halbleiterbauelemente vermittelt den Studierenden der Elektrotechnik die physikalischen Grundlagen moderner Halbleiterbauelemente. Zunächst befasst es 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, rundet 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: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich • R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002 • D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002 • Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004 • S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005

1	**Modulbezeichnung** 92730	**Kommunikationselektronik** Communications electronics 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationselektronik (2.0 SWS) Übung: Übung zu Kommunikationselektronik (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Robert Sebastian Klob	

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

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

		the individual signal processing steps work as well as the signals themselves. 2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3.The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 92840	**Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft** Value creation processes of cable systems for future mobility	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Ziel des Moduls ist es, Studierenden die komplette Prozesskette der Signal- und Leistungsvernetzung mechatronischer Produkte von der Entwicklung, über die Fertigung bis zum Einbau in das fertige Produkt zu vermitteln. Als anschauliches Beispiel werden die Fertigung und der Einbau von Bordnetzen in Fahrzeuge gewählt, aber auch die Signal- und Leistungsvernetzung in anderen Branchen betrachtet. Neben dem Grundwissen über Komponenten und ihre Eigenschaften werden ebenfalls die Herausforderungen entlang der Logistikkette sowie Grundlagen zur Zuverlässigkeit und zu Lebensdauermodellen gelehrt. Den Abschluss des Moduls bildet ein Überblick über innovative, zukünftige Technologien und ihre Auswirkungen auf heutige Bordnetzsysteme. Ergänzend zur Vorlesung finden drei Blockübungen statt, die das vermittelte, theoretische Wissen durch praktische Anwendungen vertiefen. Der erste Block fokussiert das Engineering und die digitale Prozesskette und findet im CIP-Pool statt. Darauf aufbauend wird im zweiten Block der entworfene Kabelsatz gefertigt und die Auslegung durch praktische Versuche validiert. Die Übung schließt mit einer Exkursion in ein regionales Unternehmen des kabelverarbeitenden Gewerbes ab. Inhaltliche Kerngebiete: • Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung • Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung • Bordnetzentwicklung • Kabel- und Komponentenfertigung • Kabelkonfektion und Verbindungstechnik • Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage • Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen • Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss • Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle • Digitale Methoden und Industrie 4.0 • Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien • Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sollen Erkenntnisse bezüglich des Aufbaues und der Herstellung von Bordnetzsysteme erlangen sowie die Grundlagen der Signal- und Leistungsvernetzung in mechatronischen Systemen beherrschen. Nach einer Einleitung und der Vorstellung der Einzelkomponenten moderner Bordnetze, werden Entwicklungs-,

		Fertigungs- und Montagekonzepte der einzelnen Bestandteile sowie des gesamten Kabelsatzes vermittelt. Auch die digitale Wertschöpfungskette findet dabei Betrachtung. Das Modul ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut: • Grundlage des Moduls ist die Komplexität heutiger Bordnetze sowie die damit einhergehenden Komplikationen und Herausforderungen. Diese Situation wird zusätzlich durch die aktuellen Mobilitätstrends verschärft. Daher liegt ein Augenmerk ebenfalls auf Lösungsansätzen, um dieses Spannungsfeld möglichst konfliktfrei aufzulösen. • Die gelehrten Themen werden durch Beispiele aus der Automobilindustrie veranschaulicht, da dieser Industriezweig innerhalb der Signal- und Leistungsvernetzung weltweit eine Schlüsselposition einnimmt. Davon abgesehen finden exemplarische Ergänzungen aus anderen Industriezweigen, wie der Luftfahrt oder dem Schaltschrankbau statt. • Die dargestellten spezifischen Methoden, Konzepte und Lösungsansätze lassen sich durch das Modul in ein Gesamtsystem einordnen. Hierdurch wird das Erkennen und Ableiten von Prämissen und Relationen gefördert und ermöglicht. • Die eingesetzten Technologien zur Herstellung eines Musterkabelsatzes entsprechen dem aktuellen Stand der Technik. Dadurch werden die Studierenden im Rahmen des Moduls am modernem Equipment des Lehrstuhls geschult. Die Studierenden sind nach Besuch des Moduls in der Lage • die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen • grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen. • sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen. • darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen. Das vermittelte Wissen bildet die Grundlage für den Einstieg und das Verständnis des kompletten Industriezweigs der Kabelsatzfertigung. Dies umfasst neben Kabelkonfektionären und Bordnetzherstellern ebenfalls Komponentenlieferanten und Automobilhersteller.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.3 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) 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**	• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess, • Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest • Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann • Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke • Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier • Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier • Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky

1	**Modulbezeichnung** 92860	**Computational multibody dynamics**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Computational multibody dynamics (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco
5	**Inhalt**	• Projected Newton-Euler equations (Kane's equations) • Numerical methods for ordinary differential equations • Relative kinematics and recursive kinematic algorithm • Parametrization of rotations • One-dimensional force laws • Inverse kinematics and inverse dynamics • Ideal constraints • Numerical methods for differential algebraic equations
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students will: • implement a modular simulation software for multibody systems in Python during the exercise classes. The students should: • learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations, • familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs, • be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion, • know how to describe a multibody system by choosing relative joint coordinates, • implement new joints in the software developed during the course, • understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively, • know different possible parametrizations of rotations, • can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints, • understand the concept of one-dimensional force law to model force interactions and motors, • know and implement different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization, • know Lagranges equations of the first kind • be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints • implement new constraints in the software developed during the course, • familiarize themselfs with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems, • understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,

		• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	recommended: knowledge of the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper") recommended basic knowledge of: • dynamical equations of motion • linear vector algebra • programming in Python, Matlab or similar
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 2. Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92880	**Robotics Frameworks** Robotics frameworks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended Prerequisites : Basic knowledge of programming languages C++ and Python, additional information can be found on StudOn
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93170	**Systemnahe Programmierung in C** Machine-oriented programming in C	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2.0 SWS) Übung: SPiC - R07 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R04 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R05 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R12 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R01 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R11 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R03 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R02 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R09 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R10 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R06 (2.0 SWS) Übung: SPiC - R08 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T07 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T06 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T03 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T08 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T11 (nicht belegt) (2.0 SWS) Übung: SPiC - T02 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T01 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T05 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T12 (nicht belegt) (2.0 SWS) Übung: SPiC - T09 (nicht belegt) (2.0 SWS) Übung: SPiC - T04 (2.0 SWS) Übung: SPiC - T10 (nicht belegt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Arne Vogel Maxim Ritter von Onciul	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung • Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik) • Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-µC) (Abbildung Speicher <> Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (| interrupts|) und Nebenläufigkeit)

		• Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme) • Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor. • bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie. • nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform. • beschreiben die Funktionsweise von Zeigern. • beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C • verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff. • entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung. • entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplatform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen. • erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C. • beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode. • reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung. • erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen. • verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte. • erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um. • beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap). • erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems. • verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek. • unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände. • verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek.

		• erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem. • erläutern Koordnierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex). • verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse der Programmierung (unabhängig von der Programmiersprache)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.

1	**Modulbezeichnung** 94510	**Grundlagen der Messtechnik** Fundamentals of metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	**<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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012

		Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3 Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4 Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0. Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9

1	**Modulbezeichnung** 94531	**Softwareentwicklung für Ingenieure** Software development for engineers	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Softwareentwicklung für Ingenieure (vhb) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christian Voigt Simon Dengler Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Christoph Konrad	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung: • Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen • Java-AOIs • Methodenkapselung • Objektorientierung, Klassendesign • Best Practices, Entwurfsmuster • Mengen, Listen, Generics • Exceptions, Assertions • Nebenläufigkeit • Dateioperationen • Datenbankinteraktion Darüber hinaus werden die erlangten Kenntnisse in zwei Softwareprojekten zum Einsatz gebracht. Zum einen in einem Beispielprojekt zu Sensor- und Aktorzugriff, zum anderen in einem vom Studierenden selbst wählbaren Open-Source-Projekt (wie bspw. OpenHab), zu welchem Code beigetragen werden soll. Die Projekte vermitteln den Studierenden alle notwendigen Kompetenzen zur eigenständigen Umsetzung eines Softwareprojekts. Dies beinhaltet die Methodenkompetenz aus objektorientierter Analyse, dem zugehörigen Entwurf und der folgenden Implementierung. Als Programmierumgebung findet Android Studio Anwendung und als Programmiersprache wird Java eingesetzt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erwerben grundlegende Java-Kenntnisse • lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können • sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam • lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio)
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Klausur, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Klausur: 100%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94920	**International Supply Chain Management** International supply chain management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: International Supply Chain Management (vhb) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Simon Schlichte	

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

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 9.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94930	**Engineering of Solid State Lasers** Engineering of solid state lasers	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Engineering of Solid State Lasers (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Martin Hohmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt
5	**Inhalt**	The targeted audience is master level students who are interested in expanding their theoretical and practical knowledge in the field of solid state laser engineering. Introduction to physical phenomena used in development of modern solid state lasers Practical approaches used in design of solid state lasers Introduction to modeling and simulation of the lasing process Modeling of basic solid state laser performance using a commercial software package Practical familiarization with various optical, opto-mechnical, and opto-electrical components used in solid state laser
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students gain the following competences: Setting up basic modeling of a solid state laser using ASLD software Be able to apply modeling for evaluation of performance of a basic laser system Apply basic optimization of the laser system model Identification of an appropriate laser system for a given application Performing basic characterization of laser beam output parameters Enhanced understanding of the laser physics Familiarization with modern design approaches used in solid state laser engineering Improved understanding of linear and nonlinear effects relevant for linear and nonlinear laser beam propagation;
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio • In order to pass the course, all participants are supposed to write a short paper (approx. 6-8 pages) on an assigned subject (60% weight with respect to the overall grade) and give a presentation (approx. 12 minutes) based on this paper (40% weight with respect to the overall grade. • As the circumstances require the oral presentation may be held in a digital manner (e.g. using ZOOM videochat).

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

1	**Modulbezeichnung** 94940	**Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens** Engineering fundamentals for resource-efficient and smart living	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Grundlagen des ressourcenschonenden und intelligenten Wohnens (vhb) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke	

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

		• Sie haben einen Überblick gewonnen, wie die Geräteklassen zur Realisierung ganzheitlicher Anwendungsszenarien verknüpft werden können • Sie kennen die grundlegenden Begriffe aus dem Innovationsmanagement und der Innovationsforschung • Der Begriff Akzeptanz ist Ihnen in seinen unterschiedlichen Dimensionen bekannt
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 94946	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service** Industry 4.0 - Application scenarios in production and service	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

		• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen • aufgrund der vermittelten Beispiele und Methoden durch eine Hinterfragung von Zielen und des wirtschaftlichen Nutzens die oft stark emotional geführten Diskussionen im Kontext von Industrie 4.0 zu versachlichen Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der industriellen Branchen, so z. B. im Automobilbau, der Informatik und Wirtschaftsinformatik, der Elektrotechnik und Medizintechnik und dem Maschinen- und Anlagenbau erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 35 h Eigenstudium: 40 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94947	**Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering** Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Ulrich Löwen Tobias Reichenstein Jonathan Fuchs	

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

		eingeordnet, um so die Querbezüge und Abhängigkeiten zu verdeutlichen. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage • die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen, • grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen • sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können Das im Rahmen dieser Lehrveranstaltung vermittelte Wissen ist in allen Bereichen der projektbasierten industriellen Branchen, so z. B. im allgemeinen Maschinen-, insbesondere aber im (Groß-) Anlagenbau erforderlich.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94951	**Grundlagen der Robotik** Fundamentals of robotics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Grundlagen der Robotik (0.0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Robotik (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Reitelshöfer	

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

		• sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.3 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95067	**Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools** Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	This is an introductary course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Electronic exam (online), 90min

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012 2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009 3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 95068	**Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods** Machine learning for engineers II: Advanced methods	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Björn Eskofier Thomas Altstidl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	This is an advanced course with a focus on deep learning (DL) techniques that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN) • In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters • Specification of several regularization techniques for neural networks • Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully participating in this course, students should be able to • discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques • design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras • choose a suitable regularization technique in case of problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Electronic exam (online), 60min
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 75 h

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

1	**Modulbezeichnung** 95150	**Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik** Forming technologies: Machines and tools	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Kolja Andreas Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Es werden aufbauend auf die in dem Modul Umformtechnik" behandelten Prozesse begrenzt auf die sog. zweite Fertigungsstufe, d.h. Stückgutfertigung - die dafür erforderlichen Umformmaschinen und Werkzeuge vertieft. Im Bereich der Umformmaschinen bilden arbeitsgebundene, kraftgebundene und weggebundene Pressen wie auch die aktuellen Entwicklungen zu Servopressen den Schwerpunkt. In der Thematik der Werkzeuge werden Aspekte wie Werkzeugauslegung, Werkzeugwerkstoffe und Werkzeugherstellung betrachtet, insbesondere auch Fragen der Lebensdauer, Beanspruchung und Beanspruchbarkeit sowie die Möglichkeiten zur Verschleißminderung und Verbesserung der Ermüdungsfestigkeit. Dabei werden auch hier neben den Grundlagen auch aktuelle Entwicklungen angesprochen, wie z.B. in Bereichen der Armierung, Werkstoff und Beschichtungssysteme.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • ° Die Studierenden können das erworbene Wissen anwenden, um für die Bandbreite umformtechnischer Prozesse (Blech/Massiv, Kalt/Warm) mit den unterschiedlichsten Anforderungen (Bauteilgröße, Geometriekomplexität, Losgröße, Hubzahl, etc.) für den jeweiligen Fall geeignete Maschinen und Werkzeuge auszuwählen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten - Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen. - Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95270	**Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System** Machine tools as a mechatronic system	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm
5	**Inhalt**	• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau • Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software • Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen • CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine • Parallelkinematik-Maschinen • Evolution der Drehmaschinen • Vertikale und horizontale IT-Integration
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern. • Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen. • eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden. • Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen. • die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären. • Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern. • Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen. • Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)

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

1	**Modulbezeichnung** 95340	**Automotive Engineering I** Automotive engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95350	**Mechatronische Systeme im Maschinenbau II** Mechatronic systems in mechanical engineering II	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Eva Russwurm Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm Sebastian Anders	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm
5	**Inhalt**	Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services • Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik • Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau: Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen • Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte • Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung • Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: • elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern. • mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungsbasierte Kompensation durchzuführen. • mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen. • Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären. • eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen. • Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95360	**Lasersystemtechnik I: Hochleistungslaser für die Materialbearbeitung: Bauweisen, Grundlagen der Strahlführung und –formung, Anwendungen** Laser systems engineering 1	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	**Inhalt**	• Einführung: Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung • Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung • CO2-Laseranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen für Strahlquellen, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Festkörper-Laseranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen, Strahlführung über Lichtleitkabel, Strahlformung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Hochleistungdioden-Laseranlagen: Strahlerzeugung, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen • Neuere Entwicklungen bei Strahlquellen und Laseranlage • Introduction: Global Market for Laser Systems, Beam Sources and their application in material processing • Fundamentals of Propagation and Focussing of laser radiation • CO2-Laser Systems: Beam Generation, design of beam sources, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Solid-State-Laser Systems: Beam Generation, design, beam guidance via light conducting cable, beam shaping, examples of systems, Applications • High-Power-Diode-Laser Systems: Beam Generation, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications • Novel developments in beam sources and Laser Systems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können den Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung korrekt beschreiben. Die Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung werden so weit beherrscht, dass die Lernenden im Rahmen der geometrischen Optik überschlagsweise die Auslegung von Anlagen berechnen können. Bauformen für CO2-Strahlquellen Strahlführung und formung können die Lernenden skizzieren. Sie erläutern sicher die Anwendungen für Anlagen mit Festkörperlasern, deren Bauformen, die Strahlerzeugung, -führung über Lichtleitkabel und formung. Das Prinzip der Strahlerzeugung in Hochleistungsdiodenlasern können lernende darstellen, ebenso wie dafür geeignete Systeme zur Strahlführung, -formung und Anwendungen mit dazugehörigen

		Anlagenbeispielen. Die Lernenden können über neueste Entwicklungen bei Strahlquellen und Laseranlagen berichten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich 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**	

1	**Modulbezeichnung** 95370	**Karosseriebau - Werkzeugtechnik** Body construction - Tool technology	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Peter Feuser Prof. Dr. Paul Dick	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Es wird die Prozesskette der Blechteilerstellung für den Karosseriebau dargestellt. Nach der ersten Machbarkeitsanalyse der Bauteile durch Umformsimulation und Prototypenbau folgt letztendlich die Serienfertigung. Dabei stehen insbesondere die Werkzeugtechnik im Fokus, sowie der stückzahlgerechte Werkzeugbau in der Prototypenphase und der Aufbau robuster Serienwerkzeuge. Zur Vorlesung gehört darüber hinaus eine Exkursion zum PT- und Serienwerkzeugbau der Mercedes Car Group in Sindelfingen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95380	**Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz** Body construction - Product forming and corrosion protection	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Die Entwicklung neuer, hochfester Stahlbleche für den Karosseriebau erfordert eine Anpassung der Umformprozesse. Es werden die Grundlagen der Warmumformung behandelt und deren Prozesskette von der Machbarkeitsanalyse bis hin zum Fertigungsprozess dargestellt. Dabei werden u. a. die Fertigungstechnologien für den Prototypenbau und die Serienproduktion vorgestellt. Als letzten Produktionsschritt werden Möglichkeiten zum Korrosionsschutz für die Karosserie und warmumgeformte Bauteile erläutert. Abschließend wird die Prototypen- und Serienfertigung für das Warmumformen bei einer Exkursion zu einem Serienlieferanten von warmumgeformten Bauteilen live erlebt. AutoForm Workshop Ab dem Wintersemester 15/16 wird im Rahmen des Moduls ein zweitägiger AutoForm Workshop integriert. AutoForm ist ein konventionelles Simulationsprogramm aus dem Bereich der Blechumformung, welches vor allem in der Automobilindustrie sehr häufig eingesetzt wird. Im Rahmen des Workshops wird der grundlegende Umgang mit der Simulationssoftware durch Mitarbeiter der Firma AutoForm vermittelt. Neben theoretischen Schulungsanteilen ist ausreichend Zeit dafür vorgesehen, in Partnerarbeit eigenständig Umformsimulationen (Kalt- und Warmumformung) und Auswertungen durchzuführen. Als Demonstratorbauteil dient ein reales Karosseriebauteil der aktuellen C-Klasse. Der Inhalt des Workshops ist klausurrelevant.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie. • Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann. Anwenden • Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95940	**Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung** Quality management I - Quality engineering in the product development process	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2.0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Einführung und Begriffe • Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements • Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements • Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD) • Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA) • Versuchsmethodik • Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten • Zuverlässigkeitstechniken • Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung • |Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)| • |QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)| • |Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)| • |SPC (Einsendeaufgabe)|

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,
		Wissen:
		•
		  ° die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen
		  ° die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben
		  ° den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen
		  ° die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen
		  ° Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben
		  ° mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren
		  ° statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren
		  ° statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• ° DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994 Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2007

1	**Modulbezeichnung** 96010	**Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** Architectures for digital signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2.0 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Peters Timo Maiwald	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96020	**Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie** Selected chapters in switching power supply technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	Empfohlen: Modul |Leistungselektronik| Empfohlen: Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung, Dauer: 30 min

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Klausurergebnis: 100% 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**	

1	**Modulbezeichnung** 96072	**Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS** Power electronics in three-phase AC networks: HVDC transmission and FACTS	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme** Digital electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3.0 SWS) Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Angelika Thalmayer 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)

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

1	**Modulbezeichnung** 96101	**Integrierte Navigationssysteme** Integrated navigation systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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 Grundlagen, z.B. Quaternionen, Corioliseffekt • Strapdown Inertial Navigation Systems • Sensorprinzipien und Trägheitssensoren • Computergestützte Lösung der Navigationsgleichungen • System- und Fehlermodellierung im Zustandsraum • Das Kalmanfilter und Glättung mittels Retrodiktion **4. Seiteninformationen: Kinematik und Karten (kurze Übersicht)** **5. Landmarken als lokaler Ortsbezug** • Merkmalsbasierte Ortung z.B. mit Kamera oder UWB • Partikelfilter und Monte-Carlo-Integration **6. Integration von Navigationskomponenten: Sensordatenfusion** • Fusionsarchitekturen: Beispiel GPS & Trägheitsnavigation **7. Einbettung von Navigationssystemen** • Assisted GPS oder Location Based Service Anmerkung: Die Navigationsmethoden werden gleichermaßen anhand von Tafel- und Rechnerübungen (MATLAB) einstudiert
6	**Lernziele und Kompetenzen**	1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, typische Navigationsverfahren hinsichtlich ihrer Funktionsweise und Einsetzbarkeit zu analysieren, zu bewerten und weiterzuentwickeln. 2. Die Studierenden lernen Navigationsgleichungen selbst aufzustellen, anzuwenden und mit unterschiedlichen Algorithmen auf dem Computer zu lösen. 3. Die Studierenden entwickeln ein Verständnis für die Herausforderungen bei der Integration unterschiedlicher Teilsysteme zu einem Navigationssystem und der Einbettung von Navigationssystemen in übergeordnete Systeme

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, geeignet für Masterstudium, grundlegende Kenntnisse erforderlich in: linearer Algebra, Physik, Signal- & System¬theorie, Wahrscheinlichkeitstheorie.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96230	**Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung** High-power converters in electrical power	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

1	**Modulbezeichnung** 96240	**Hochspannungstechnik** High-voltage engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Die Spannungsbelastung der Betriebsmittel und daraus entstehende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe soll qualitativ bewertet und quantitativ ermittelt werden können. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet. Im Rahmen der Isolationskoordination in elektrischen Netzen wird der Schutz vor Überspannungen in Form von Wanderwellen durch Blitzeinschläge und Schaltvorgänge anhand von Überspannungsableitern betrachtet. Bei Schaltvorgängen werden die physikalischen Grundlagen der Lichtbogenlöschung und Spannungsfestigkeit abhängig von den Schaltgerätetypen vermittelt.
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 • verstehen transiente Überspannungen, Wanderwellenvorgänge und die Auslegung von Überspannungsableitern • erlernen die Grundlagen von Schaltgeräten, deren unterschiedliche Typen und Löschmedien, die Vorgänge bei der Lichtbogenlöschung und transienten Wiederkehrspannung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik • Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • 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 • Crastan, Valentin: Elektrische Energieversorgung 1, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2015

1	**Modulbezeichnung** 96260	**Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96310	**Image and Video Compression** Image and video compression	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Image and Video Compression (IVC) Übung: Übung zu Image and Video Compression	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Anna Meyer	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 2.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	J.-R. Ohm, Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

1	**Modulbezeichnung** 96321	**Internationale Energiewirtschaft und Unternehmensführung** National and international electricity industry	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Müller, Leonhard: Handbuch der Elektrizitätswirtschaft. Berlin: Springer, 2. Auflage 2001 Alle gezeigten Folien werden als Kopie zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96360	**Planung elektrischer Energieversorgungsnetze** Planning of power grids	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zur Vorlesung • Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016

1	**Modulbezeichnung** 96420	**Schutz- und Leittechnik** Protection and control technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schutz- und Leittechnik (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Schutz- und Leittechnik (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Lorz Prof. Dr. Johann Jäger	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96430	**Statistical Signal Processing** Statistical signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 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 (2.0 SWS) Vorlesung: Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (2.0 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: • ° 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**	Empfohlen: Modul |Leistungselektronik| Empfohlen: Modul |Schaltnetzteile|
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich mündliche Prüfung, Dauer: 30 min
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) Klausurergebnis: 100% der Modulnote
12	**Turnus des 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** 96460	**Speech and Audio Signal Processing** Speech and audio signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Vertiefungsmodul 2.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96480	**Thermische Kraftwerke** Thermal power plants	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermische Kraftwerke (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Thermische Kraftwerke (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Timon Conrad Prof. Dr. Johann Jäger	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 4.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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

1	**Modulbezeichnung** 96500	**Analoge elektronische Systeme** Analogue electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96511	**Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme** Operating materials and components for electrical energy supply systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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 (2.0 SWS) Vorlesung: Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Ilya Burlakin Dr.-Ing. Gert Mehlmann 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96550	**Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen** Electrical energy supply with renewables	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96680	**Thermisches Management in der Leistungselektronik** Thermal management in power electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Thermisches Management in der Leistungselektronik (2.0 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96801	**Kommunikationsstrukturen** Communication structures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

		2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96831	**Low Power Biomedical Electronics** Low-power biomedical electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Low-Power Biomedical Electronics (LBE) (2.0 SWS) Vorlesung: Low-Power Biomedical Electronics (2.0 SWS)	2,5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Heinrich Milosiu	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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

1	**Modulbezeichnung** 96841	**Multiphysics Systems and Components** Multiphysics systems and components	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2.0 SWS) Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Angelika Thalmayer	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96850	**Convex Optimization in Communications and Signal Processing** Convex optimization in communications and signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Die Prüfung ist eine 90-minütige schriftliche Klausur. Prüfungssprache ist Englisch. _____ The examination is a 90-minute written test. The examination language is English.

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** 96875	**Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion** Advanced topics in perceptual audio coding	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96885	**Auditory Models** Auditory models	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Auditory Models (2.0 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96890	**Music Processing - Analysis** Music processing - Analysis	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96895	**Music Processing - Synthesis** Music processing - synthesis	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96910	**Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine** Basics in machine tools	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nico Hanenkamp
5	**Inhalt**	• Einführung und Historische Entwicklung • Einteilung der Werkzeugmaschinen • Anforderungen an Werkzeugmaschinen • Umformende Werkzeugmaschinen • Spanende Maschinen mit geometrisch bestimmter Schneide und unbestimmter Schneide • Abtragende Maschinen, Lasermaschinen, verzahnende Maschinen, Mehrmaschinensysteme, Peripherie • Auslegung von Gestellen und Gestellbauteilen • Führungen und Lager • Hauptspindeln • Das Vorschubsystem • Steuerungs- und Regelungssystem • Zusammenfassung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Die Studierenden • kennen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen • kennen unterschiedliche Werkzeugmaschinen der DIN 8580 Umformen, Trennen und Fügen • kennen die einzelnen Elemente einer Werkzeugmaschine • kennen verschiedene Bauformen von Werkzeugmaschinen • kennen Werkstoffe, Bauformen und Anforderungen an Gestelle • kennen unterschiedliche Antriebskonzepte Verstehen Die Studierenden • Verstehen die Definition und Kennzeichen einer Werkzeugmaschine nach DIN 69651 • Verstehen die Bedeutung der nationalen und internationalen Werkzeugmaschinenindustrie • Verstehen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen • Verstehen die Maschinenkonzepte in Anlehnung an die DIN 8580 • Verstehen die Aufgaben von Gestellen, Haupt- und Nebenantrieben, Führungen und der Maschinensteuerung

		• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen • Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme • Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren • Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine Anwenden Die Studierenden • Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell) • Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren • Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen • Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten • Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren • Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 9.2 Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 9.2 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 9.1 Ressourcen- und Energieeffiziente Produktion Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten) Klausur, 60 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%) 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**	Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012. Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.

1	**Modulbezeichnung** 96925	**Fertigungsmesstechnik II** Manufacturing metrology II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Vorlesung Fertigungsmesstechnik II (4.0 SWS) Vorlesung mit Übung: Übung Fertigungsmesstechnik II (4.0 SWS)	5 ECTS 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

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

Phasenschieber), Weißlichtinterferometer Streulichtmessung, Eigenschaften der optischen Antastung im Fernfeld

Optische Formmesstechnik: Interferometrische Geradheitsmessung, Interferometrische Ebenheitsmessung (Interferenz gleicher Neigung und gleicher Dicke, Mehrstrahlinterferenz, Fabry-Perot und Fizeauinterferometer, Interferenzfilter, Newtonsche Ringe, Phasenschiebeinterferometer, Demodulation mit Phasenschiebung, synthetische Wellenlänge, Anwendung der Fizeau-Interferometrie, Einfluss der Referenzfläche, Dreiplattentest, Interferometrie streifendem Einfall, Twyman-Green Interferometer, Einsatzgrenzen), Deflektometrische Formmessung (Überblick Deflektometrie, Grundprinzip, Autokollimator, Extended Shear Angle Difference Methode, flächenhafte Deflektometrie, Einsatzgrenzen)

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

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

Spezifikation und Messung optischer Komponenten: Zeichnungen für optische Elemente und Systeme, Messung geometrischer Spezifikationen, Materialspezifikation,

		Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Messung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen **Mikro- und Nanomesstechnik:** Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatensysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung **Filter:** Filterung von Topografiedaten, Analoge Filter, Digitale Filter (Gauß-Filter, Gauß-Filter für geschlossene Profile, Spline-Filter, Gauß‘sches Regressionsfilter, Robuste Profilfilterung, Morphologische Filter - Dilatation und Erosion, Empfehlung zur Verwendung linearer und robuster Profilfilter)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik. • Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben • Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen. Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern. • Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen. • Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen. • Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.

		• Die Studierenden sind in der Lage Messergebnisse zu hinterfragen und auf dieser Basis die Funktionalität des Messsystems sowie die zum Zeitpunkt der Messung vorherrschenden Messbedingungen zu bewerten. Erschaffen • Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9

		Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2 Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2 Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 Hausotte, Tino: Nanopositionier- und Nanomessmaschinen - Geräte für hochpräzise makro- bis nanoskalige Oberflächen- und Koordinatenmessungen. Pro Business Verlag, 2011 - ISBN 978-3-86805-948-9 David J. Whitehouse: Handbook of Surface and Nanometrology, Crc Pr Inc., 2010 - ISBN 978-1420082012

1	**Modulbezeichnung** 96930	**Rechnergestützte Messtechnik** Computer-aided metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Rechnergestützte Messtechnik (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	*Grundlagen:* Grundbegriffe (Größe, Größenwert, Messgröße, Maßeinheit, Messprinzip, Messung, Messkette, Messsignal, Informationsparameter, analoges und digitales Signal) Prinzip eines Messgerätes, direkte und indirekte Messmethode, Kennlinie und Kennlinienarten, analoge und digitale Messmethoden, kontinuierliche und diskontinuierliche Messung, Zeit- und Wertdiskretisierung, Auflösung, Empfindlichkeit, Messbereich Signal, Messsignal, Klassifizierung von Signalen (Informationsparameter) Signalbeschreibung, Fourierreihen und Fouriertransformation Fourieranalyse DFT und FFT (praktische Realisierung) Aliasing und Shannon's-Abtasttheorem Übertragungsverhalten (Antwortfunktionen, Frequenzgang, Übertragungsfunktion) Laplace-Transformation, Digitalisierungskette, Z-Transformation und Wavelet-Transformation *Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und Grundschaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Strom-Spannungs-Wandler, Differenzverstärker, Integrierer, Differenzierer, invertierender Addierer, Subtrahierer, Logarithmierer, e-Funktionsgeneratoren, Instrumentenverstärker) OPV mit differentiellen Ausgang analoge Filter (Tiefpassfilter, Hochpassfilter, Bandpassfilter, Bandsperrfilter, Bodeplot, Phasenschiebung, aktive analoge Filter) Messsignalübertragung (Einheitssignale, Anschlussvarianten) Spannungs-Frequenz-Wandler Galvanische Trennung und optische Übertragung Modulatoren und Demodulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied *A/D- und D/A-Umsetzer:* Digitale und analoge Signale Digitalisierungskette A/D-Umsetzer (Nachlauf ADU, Wägeverfahren, Rampen-A/D-Umsetzer, Dual Slope-Verfahren, Charge-Balancing-A/D-Umsetzverfahren, Parallel-A/D-Umsetzer, Kaskaden-A/D-Umsetzverfahren, Pipeline-A/D-Umsetzer, Delta-Sigma-A/D-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer, Einsatzbereiche, Kennwerte, Abweichungen, Signal-Rausch-Verhältnis) Digital-Analog-Umsetzungskette D/A-Umsetzer (Direkt bzw. Parallelumsetzer, Wägeumsetzer, Zählverfahren, Pulsweitenmodulation, Delta-Sigma-Umsetzer / 1-Bit- bis N-Bit-Umsetzer) *Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundschaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO)

Anwendungsspezifische integrierte Schaltungen (ASICs) Programmierbare logische Schaltung (PLDs, Programmierbarkeit, Vorteile, Anwendungen, Programmierung) Rechnerarten
Bussysteme: Bussysteme (Master, Slave, Arbiter, Routing, Repeater) Arbitrierung Topologien (physikalische und logische Topologie, Kennwerte, Punkt-zu-Punkt-Topologie, vermaschtes Netz, Stern-Topologie, Ring-Topologie, Bus-Topologie, Baum-Topologie, Zell-Topologie) Übertragungsmedien (Mehrdrahtleitung, Koaxialkabel, Lichtwellenleiter) ISO-OSI-Referenzmodell Physikalische Schnittstellenstandards (RS-232C, RS-422, RS-485) Feldbussysteme, GPIB (IEC-625-Bus), Messgerätebusse
USB Universal Serial Bus: Struktur des Busses Verbindung der Geräte, Transceiver, Geschwindigkeitserkennung, Signalkodierung Übertragungsarten (Control-Transfer, Bulk-Transfer, Isochrone-Transfer, Interrupt-Transfer, Datenübertragung mit Paketen) Frames und Mikroframes, Geschwindigkeiten, Geschwindigkeitsumsetzung mit Hub Deskriptoren und Software Layer Entwicklungstools Compliance Test USB 3.0
Digitale Filter: Analoge Filter Eigenschaften und Charakterisierung von digitalen Filtern Digitale Filter (Implementierung, Topologien, IIR-Filter und FIR-Filter) und Formen Messwert-Dezimierer, digitaler Mittelwertfilter, Gaußfilter Fensterfunktionen, Gibbs-Phänomen Realisierung mit MATLAB Vor- und Nachteile digitaler Filter
Messdatenauswertung: Absolute, relative, zufällige und systematische Messabweichungen, Umgang mit Messabweichungen, Kalibrierung Korrelationsanalyse Kennlinienabweichungen und Methoden zu deren Ermittlung Regressionsanalyse Kennlinienkorrektur Approximation, Interpolation, Extrapolation Arten der Kennlinienkorrektur Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Fehlerfortpflanzungsgesetz (altes Konzept), Messunsicherheit und deren Bestimmung Vorgehensweise zur Ermittlung der Unsicherheit, Monte-Carlo-Methode
Schaltungs- und Leiterplattenentwurf: Leiterplatten Leiterplattenmaterial Leiterplattenarten Durchkontaktierungen Leiterplattenentwurf und -entflechtung Software Leiterplattenherstellung
Contents
Basics: Terms (quantity, quantity value, measurand, measurement unit, principle of measurement, measurement, measuring chain, measurement signal, information parameter, analogue and digital signal) Principle of a measuring instrument, direct and indirect measurement, characteristic curves and characteristic curve types, analogue and digital measuring methods, continuous and discontinuous measurement, time and value discretisation, resolution, sensitivity, measuring interval (range) Signal, measurement signal, classification of signals (information parameter) Signal description, Fourier series and Fourier transformation Fourier analysis DFT and FFT (practical realization) Aliasing and Shannon's sampling theorem Transfer behaviour (response functions, frequency response, transfer function) Laplace transform, digitisation chain, Z-transform and wavelet transform

		Processing and transmission of analogue signals: Measuring amplifiers, operational amplifiers (ideal and real, feedback) Characteristics of operational amplifiers Frequency-dependent gain of operational amplifiers Operational amplifier types Feedback and basic circuits (comparator, inverting amplifier, non-inverting amplifier, impedance converter, current-voltage converter, differential amplifier, integrator, differentiator, inverting adder, subtractor, logarithmic, exponential function generators, instrumentation amplifier) OPV with differential output Analogue filter (low pass filter, high pass filter, band pass filter, band elimination filter, Bodeplot, phase shifting, active analogue filters) Measurement signal transmission (standard signals, connection variants) Voltage-frequency converters Galvanic isolation and optical transmission modulators and demodulators multiplexers and demultiplexers sample-and-hold amplifier *A/D and D/A converter:* Digital and analogue signals Digitisation chain A/D converter (follow-up ADC, weighing method, ramp A/D converter, dual slope method, charge-balancing ADC, parallel ADC, cascade ADC, pipeline A/D converter, the delta-sigma A/D converter / 1-bit to N-bit converter, application, characteristics, deviations, signal-to-noise ratio) Digital-to-analogue conversion chain D/A converter (direct or parallel converters, weighing method, counting method, pulse width modulation, delta-sigma converter / 1-bit to N-bit converter) *Digital signal processing:* Digital codes Switching networks (combinatorial circuit logic) Boolean algebra and basic logic operations Sequential circuit (sequential switching networks) Storage elements (flip-flops, sequential basic circuits), semiconductor memory (static and dynamic, FIFO) Application Specific Integrated Circuits (ASICs) The programmable logic device (PLD, programmability, benefits, applications, programming) computer types *Data bus systems:* Bus systems (master, slave, arbiter, routing, repeater) Arbitration Topologies (physical and logical topology, characteristics, point-to-point topology, mesh network, star topology, ring topology, bus topology, tree topology, cell topology) Transmission media (multi-wire cable, coaxial cable, fibre optic cable) ISO OSI reference model Physical interface standards (RS-232C, RS-422, RS-485) Fieldbus systems, GPIB (IEC-625 bus) , Measuring device buses *USB Universal Serial Bus:* Bus structure Connection of the devices, transceiver, speed detection, signal coding Transfer types (control transfer, bulk transfer, isochronous transfer, interrupt transfer, data transfer with packages) Frames and micro-frames, speeds, speed conversion with hubs Descriptors and software Layer development tools Compliance test USB 3.0 *Digital filters:* Analogue filter Properties and characterization of digital filters Digital Filter (implementation, topologies, IIR filters and FIR filters) and forms Measurement value decimator, digital averaging filter, Gaussian filter Window functions, Gibbs phenomenon Realisation with MATLAB Advantages and disadvantages of digital filters *Data analysis:* Absolute, relative, random and systematic errors, handling of measurement errors, calibration Correlation analysis

		Characteristic curve deviations and methods for their determination Regression analysis Characteristic curve correction Approximation, interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction Measurement precision, measurement accuracy, measurement trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo method *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB production
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben. • Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen Verstehen • ° Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Korrigierte Fassung 2012, Beuth Verlag GmbH, 4. Auflage 2012 Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 Lerch, Reinhard: Elektrische Messtechnik. 6. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012 ISBN 978-3-642-22608-3 Richter, Werner: Elektrische Meßtechnik. 3. Auflage, Verlag Technik Berlin, 1994 - ISBN 3-341-01106-4 H. Czichos (Hrsg.): Das Ingenieurwissen Gebundene. 7. Auflage, Springer Verlag, 2012, ISBN 978-3-642-22849-0. Best, Roland: Digitale Meßwertverarbeitung. Oldenbourg München, 1991 - ISBN 3-486-21573-6. E DIN IEC 60050-351:2013-07 International Electrotechnical Vocabulary Part 351: Control technology / Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch - Teil 351: Leittechnik. DIN 44300:1982-03 Informationsverarbeitung; Begriffe. DIN 44300-1:1995-03 Informationsverarbeitung - Begriffe - Teil 1: Allgemeine Begriffe. DIN 40900-12:1992-09 Graphische Symbole für Schaltungsunterlagen; Binäre Elemente.

1	**Modulbezeichnung** 96940	**Praktische Einführung in Machine Learning** Practical introduction to machine learning	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praktische Einführung in Machine Learning (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	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**	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**	Empfohlen: Grundkenntnisse Python Programmierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel • Hausarbeit, 10-15 DIN A4 Seiten • Python Code
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) • Hausarbeit: 50% • Python Code: 50%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 22 h Eigenstudium: 53 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 97003	**Produktentwicklung Integrierter Systeme (Analog/ Mixed-Signal)** Product development of integrated circuits (analog/ mixed-signal)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Jasmin Kolpak
5	**Inhalt**	• Why analog? • Introduction: Development Flow of an IC • Quality Control Environments • ATE Architecture • Analog Instruments • Basic Analog Measurement and Test Concepts (DC) • DAC testing • Data Analysis and Statistics • Sampling Theory and DSP-based Testing • ADC Testing • Design for Test • Typical Analog Issues / Pitfalls • RF Testing • Qualification of ICs • Failure Analysis of ICs
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studenten können • die grundlegenden Prozessschritte der Produktentwicklung von integrierten Schaltungen verstehen • Umgebungen für Qualitätskontrolle als wichtiger Teil des Entwicklungsprozesses nennen und beschreiben • grundsätzliche analoge Mess- und Testkonzepte analysieren und anwenden (einschließlich DACs und ADCs) • statistische Auswertungen im Entwicklungsprozess verstehen und anwenden • grundsätzliche Hürden bei analogen Entwicklungen identifizieren und vermeiden • die Schritte der Qualifizierung eines IC benennen und beschreiben • Möglichkeiten bei der physikalischen Fehleranalyse von ICs benennen und beschreiben
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich 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
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97007	**Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik** Advanced seminar: Automated manufacturing and production systems	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Felix Funk	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Der Zweck des Seminars ist die selbstständige Ausarbeitung eines wissenschaftlichen Referats zu einem vorgegebenen Thema aus dem oben genannten Bereich zu erlernen. Hierbei steht im Fokus: • Wissen in einem Spezialgebiet in kurzer Zeit aneignen • Erfahrungen sammeln im freien Vortrag und in der Diskussionsrunde • Schriftliche Ausarbeitung Bewertungskriterien: • Wissenschaftliche Korrektheit • Vortragsstil (freie Rede, Formulierung, Auftreten, Qualität des unterstützenden Materials) • Einhaltung der Redezeit • Selbstständiges Arbeiten • Kommunikation und effiziente Kooperation mit dem Betreuer
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden sind in der Lage: • Sich selbstständig in ein wissenschaftliches Themengebiet einzuarbeiten • Wissenschaftliche Literatur effizient auszuwerten • Die Informationen zu sortieren, zu bewerten und zu interpretieren • Die gewonnenen Erkenntnisse in einem präzisen, terminierten Vortrag dem Publikum vorzustellen • Unterstützende Folien sauber, ansprechend, sinnvoll und nach vorgegebenen Kriterien zu erstellen • Die wichtigsten Erkenntnisse auf zwei Seiten schriftlich festzuhalten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung • Schriftliche Ausarbeitung zum Vortrag in einem vorgegebenem Template (2 Seiten)

		• freien Vortrag (20 Minuten) und Diskussionsrunde (5-10 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • schriftliche Ausarbeitung: 50 % • Vortrag: 50 %
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97030	**Wärme- und Stoffübertragung** Heat and mass transfer	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Wärme- und Stoffübertragung für ET (1.0 SWS) Vorlesung: Wärme- und Stoffübertragung für ET, MB und CE (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Franz Huber	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Franz Huber Prof. Dr.-Ing. Stefan Will
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Wärme-, Stoff und Impulsübertragung • Wärmeleitung in ruhenden Körpern • Wärmeübertragung in einphasigen Strömungen durch konvektiven Wärmeübergang • Diffusion und Stoffübertragung an strömende Fluide • Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung • Wärmeübertragung durch Strahlung • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertrager
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • verstehen die Mechanismen der Wärme- und Stoffübertragung und können ihre Bedeutung und ihren Einzelbeitrag bei technischen Problemstellungen ermessen • können die Beiträge der verschiedenen Wärmeübertragungsmechanismen (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung und bei Phasenwechsel) quantifizieren • können die thermische Auslegung von einfachen Wärmeübertragern selbständig durchführen • verstehen die Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung und sind in der Lage, sie bei der Lösung von Stoffübertragungsproblemen zu nutzen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundlegende Kenntnisse der Mathematik (Differential- und Integralrechnung, mathematische Charakterisierung von Feldern, Differentialoperatoren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen) / Grundlagen der Thermodynamik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript • H. D. Baehr, K. Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer (2010)

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** Control engineering B (State-space methods)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Das Modul 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 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**	Empfohlene Vorkenntnisse: Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 7 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994

		• H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	**Modulbezeichnung** 97085	**Grundlagen der Koordinatenmesstechnik** Fundamentals of coordinate measurement technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (2.0 SWS) Vorlesung: Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	Bei dieser Veranstaltung handelt es sich um einen begleiteten Onlinekurs, in dem die Grundlagen der Koordinatenmesstechnik erlernt werden. Diese Inhalte sind nach dem Arbeitsablauf eines Messtechnikers gegliedert und umfassen Themen von der Planung einer Messung über die Auswahl eines geeigneten Messsystems bis hin zur Auswertung der Messdaten und Ermittlung der Messergebnisse. Dabei werden neben klassischen, taktilen Koordinatenmessgeräten auch neuere Messsysteme wie industrielle Computertomografen näher betrachtet. Diese Online-Inhalte sind Modular strukturiert und werden von den Studierenden eigenständig bearbeitet und anschließend in Kleingruppen besprochen. Die Lerninhalte sind dabei wie folgt strukturiert: • Interpretation einer Konstruktionszeichnung, • Prüfplanung, • Geräteauswahl, • Vorbereitung des Werkstücks, • Vorbereitung des Messsystems, • Messung durchführen, • Auswertestrategie, • Messunsicherheit, • Dokumentation, • Infrastruktur und Umgebung. Der Onlinekurs beruht auf einem herstellerunabhängigen Blended Learning" Kurs Ausbildungsstufe 1 CMM-User von CMTrain (www.cm-train.org). Die Lerninhalte stellen einen in der Industrie anerkannten, international vergleichbaren Ausbildungsstandard für Messtechniker im Bereich der Koordinatenmesstechnik sicher. Durch einen zusätzlichen, kostenpflichtigen, eintägigen Workshop ist es möglich die CMTrain Ausbildungsstufe 1" und das zugehörige Zertifikat zu erlangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können das Grundprinzip der Koordinatenmesstechnik beschreiben. • Die Studierenden können Messresultate vollständig angeben. Verstehen •

		° Die Studierenden können die Einsatzmöglichkeiten der berührenden und berührungslosen 3D-Koordinatenmesstechnik beschreiben. Analysieren Die Studierenden können den Aufwand zur Durchführung von Messungen mittels Koordinatenmessgerät ermitteln. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können die Umsetzbarkeit einer Messaufgabe mittels Koordinatenmessgerät beurteilen. Erschaffen Die Studierenden können Messstrategien für Messaufgaben in der Koordinatenmesstechnik planen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Im Rahmen des Moduls müssen zwei Vorträge zu je 20 Minuten gehalten werden. Die Teilnahme an den Vorträgen der anderen Teilnehmenden wird vorrausgesetzt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• 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 • Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 9. Auflage, Springer Verlag, 2018 ISBN 978-3-658-17755-3

1	**Modulbezeichnung** 97086	**Gießereitechnik 1** Casting technology 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Gießereitechnik 1 (6.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller
5	**Inhalt**	• Physikalische Grundlagen der Gießereitechnik • Gusslegierungen und Legierungselemente • Gießverfahren mit Dauerformen: Druckguss, Thixomolding • Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren • Feinguss unter Einbeziehung additiver Verfahren • Kopplung von Prozess- und Bauteileigenschaften • Gieß- und bearbeitungsgerechtes Konstruieren • Advanced Technologies im Bereich Gießereitechnik • Ansätze für nachhaltigere Gießereiverfahren/ Gussbauteile • Qualitätssicherung und Prüfverfahren von Gussbauteilen • Fügetechnik von Gussbauteilen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen Im Rahmen von GTK1 erwerben die Studierenden grundlegende verfahrens-, werkstoff- und prüftechnische Kenntnisse der gießtechnischen Verfahren. Außerdem sollen konstruktive und umwelttechnische Aspekte der Gießverfahren vermittelt werden, um die Studierenden zu befähigen sich an zukunftsorientierten Entwicklungen im Bereich der Gießereitechnik zu beteiligen. Die zu vermittelnden Kenntnisse sind im Einzelnen: • Wissen über die grundlegenden Vorgänge bei der Erstarrung von Metallschmelzen auf unterschiedlichen Skalierungsebenen und im Zusammenhang mit der entstehenden Morphologie des Gefüges, den damit verbundenen Eigenschaften des Bauteils sowie des Formfüllverhaltens und des Wärmeübergangs. • Wissen über die Nomenklatur, Unterteilung und Hauptgruppen von Aluminiumlegierungen sowie den Einflüssen bestimmter Legierungselemente und industriell üblicher Legierungen für bestimmte Anwendungsfelder. • Wissen über Abläufe und Anpassungsmöglichkeiten des Druckguss- und Thixomolding-Verfahrens im Hinblick auf verfahrenstechnische Besonderheiten (Formfüllung, Trennstoffe, Legierungsreinigung, Wärmeübergänge) • Wissen über prozessspezifische Anforderungen und Auslegungskriterien sowie sensorischer Applikationen und konstruktiven Neuerungen (z.B. Leichtbauwerkzeuge) innerhalb der Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren • Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und Abgrenzung additiver Modellherstellung zur konventionellen

Modellherstellung, als auch hinsichtlich der Anforderungen und Wechselwirkungen zwischen Modell- und Formwerkstoff und Zukunftspotential des Verfahrens im Hinblick auf die Additive Fertigung von Metallbauteilen.
- Wissen über die Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften hinsichtlich der unterschiedlichen Wirkungsketten und Prozesseinflüsse sowie die Ursachen und Auswirkungen prozessbedingter Imperfektionen.
- Wissen über Grundlagen und verfahrensspezifische Gestaltungsrichtlinien für das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren von metallischen Gussbauteilen.
- Wissen über Neuerungen und aktuelle Entwicklungen im Bereich der Gießtechnik im Hinblick auf aktuelle und zukünftige Schlüsseltechnologien (Micro Casting, Bulk Metals, Vakuumfeinguss)
- Wissen hinsichtlich aktueller Ansätze zur Gestaltung und Umsetzung nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen mit dem Fokus auf Elektrifizierung der Gießaggregate und Wasserstoffeinbindung sowie den Umweltaspekten der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung.
- Wissen über gängige Prüfverfahren zur Qualitätssicherung von Gussbauteilen ()
- Wissen über die prozesstechnischen Grundlagen, Anforderungen und Möglichkeiten fügetechnischer Verfahren in Bezug auf die Anbindung von Gussbauteilen (Klebetechnologie, Schweißen von Gussbauteilen, Hybridguss)

Verstehen
Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung GTK1 verfügen die Studierenden über Verständnisse hinsichtlich der prozesstechnischen, werkstofftechnischen und konstruktiven Einflussfaktoren des Gussbauteilverhaltens sowie deren Abhängigkeiten bei der Gestaltung und Auslegung von Gießprozessen und Gussbauteilen von der Bauteilplanung bis zur Qualitätskontrolle und Weiterverarbeitung des Gussbauteils.

Hierbei stehen besonders die folgenden Verständnisse im Fokus:
- Verständnis über die Erstarrungs- und Fließprozesse beim Gießen von Metallschmelzen sowie deren Wechselwirkung untereinander und mit dem Wärmeübergang zwischen Bauteil und Form sowie der Ausbildung des Gefüges
- Verständnis über die Unterteilung und Bezeichnung der verschiedenen Aluminiumlegierungen sowie deren unterschiedlichen Legierungselemente und Anwendungen, als auch die Einflüsse und Wechselwirkungen verschiedener Legierungselemente
- Verständnis hinsichtlich des Prozesses und der Peripherie von Druckguss- und Thixomolding-Verfahren sowie

verfahrensspezifischer Besonderheiten und Restriktionen hinsichtlich Bauteil- und Werkzeugauslegung.
- Verständnis über die Anforderungen und prozessbedingten Anpassungen der Dauerformwerkzeuge bis zur Anwendung von Leichtbauaspekten
- Verständnis hinsichtlich der Kopplung von Prozesscharakteristika und Bauteileigenschaften von der Prozessstabilität bis zu Wirkungsketten von prozessbedingten Imperfektionen
- Verständnis über die Hintergründe und Grenzen bei der Gestaltung gieß- und bearbeitungsgerechter Gussbauteile
- Verständnis hinsichtlich der prozesstechnischen Grundlagen und Möglichkeiten zukunftsorientierter Entwicklungsansätze in der Gießereitechnik
- Verständnis über die prozesstechnische Umsetzung und technischen Hintergründe aktueller Ansätze nachhaltigerer Gießverfahren und Gussbauteilen sowie das Verständnis über die Prozesskette der Aluminiumverarbeitung von Gewinnung bis Rückführung und möglicher Ansatzpunkte zukünftiger Entwicklungen
- Verständnis über die technischen Hintergründe und Grenzen der angewendeten Prüfverfahren im Hinblick auf die untersuchten Qualitätsfaktoren
- Verständnis hinsichtlich der Verfahrensgrundlagen und Anwendungsfelder sowie den Restriktionen und Problemstellungen der fügetechnischen Einbindung von Gussbauteilen

Anwenden
Die Studierenden wenden im Rahmen von Übungsaufgaben Gelerntes an. Dabei wägen sie entsprechend gegebenen Rahmenbedingungen Material-, Verfahrens- und Bauteilgestaltungsansätze ab und legen geeignete Prüf- und Fügeverfahren fest.
Die Vorlesung soll dazu befähigen, erworbenes Wissen anzuwenden mit dem Ziel einer weiteren Vertiefung der folgenden Aspekte:
- Legierungsauswahl entsprechend Bauteil-, Prozess- und Umweltanforderungen
- Auswahl geeigneter Gießprozesse entsprechend gegebener Randbedingungen
- Bauteilgestaltung unter Berücksichtigung der Gießverfahren sowie nachgeschalteter Bearbeitungs- bzw. Handhabungsprozesse
- Auswahl geeigneter Prozesstechnik zur Vermeidung von Bauteildefekten/ Prozessinstabilität
- Auswahl geeigneter Prüfmethoden für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Fügetechnik um Berücksichtigung anwendungsspezifischer Randbedingungen

- Transfer/Adaption bestehender Prozesskenntnisse auf zukünftige Anwendungsgebiete, Berücksichtigung aktueller Limitierungen anhand konkreter Fallbeispiele

Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Produktionstechnik 1 zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Urformen nach DIN 8580, im Besonderen zur Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Fertigungsmesstechnik 1 zu erwerbenden Kompetenzen über Toleranzen in der Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Fertigungsmesstechnik 2 zu erwerbenden Kompetenzen über Verfahren zur Qualitätssicherung und Messtechnik in der Gießereitechnik
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Technische Produktgestaltung zu erwerbenden Kompetenzen über das gieß- und bearbeitungsgerechte Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Ressourceneffiziente Produktionssysteme zu erwerbenden Kompetenzen über Strategien zur nachhaltigen Prozessgestaltung mit dem Fokus auf Ansätze für nachhaltigere Gießverfahren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Metallische Werkstoffe: Grundlagen zu erwerbenden Kompetenzen über die werkstoffkundlichen Grundlagen im Bereich NE-Metalle

Evaluieren (Beurteilen)

Anhand der erlernten Gießverfahren sowie deren Verfahrensgrundlagen und Besonderheiten, den verscheiden Aspekten des Materialverhaltens, dargelegt im Rahmen der Legierungszusammensetzung, der Werkzeugauslegung und der Prozessbedingten Bauteileinflüsse, und kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung gusstechnischer Produkte sind die Studierenden in der Lage die Bauteilauslegung im Hinblick auf Material-, Verfahrenswahl und Gestaltung des Bauteils, bzw. des Werkzeugs, unter Berücksichtigung von bestimmten Prozesscharakteristika bezüglich der Anwendbarkeit einzuschätzen. Außerdem können sie die Anwendung verschiedener Gießverfahren für gegebene Rahmenbedingungen untereinander und mit anderen Fertigungsverfahren abwägen.

Ebenso sind sie fähig potentielle Ansatzpunkte für eine nachhaltigere Gießprozessentwicklung zu identifizieren und mögliche Umsetzung anhand der gegebenen Rahmenbedingungen umzusetzen.

Erschaffen

Die Studierenden werden durch die erlernten Verfahren, Ansätze und Zusammenhänge befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Gießverfahren, bzw. Gussbauteilen, hinsichtlich unterschiedlichster prozess-, werkstoff-, umwelttechnischer Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage gusstechnische

		Bauteile für verschiedenste Anwendungsfelder und gießtechnische Herstellungsverfahren zu gestalten. Des Weiteren sind sie im Stande Bauteilschwachstellen zu identifizieren und Abhilfestrategien zu erarbeiten. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien und Prozessschwerpunkte für neuartige Gießverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung gießtechnischer Produkte anzuwenden. Lern- bzw. Methodenkompetenz Befähigung zur selbständigen Gestaltung von gusstechnischen Produkten und Gießprozessen gemäß erlernten Restriktionen sowie Beurteilung vorhandener Optimierungspotentiale hinsichtlich prozess-, material- und umwelttechnischer Aspekte anhand der erlernten Bewertungsschemata. Selbstkompetenz Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht. 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 konstruktive Rückmeldungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 10.0 Gießereitechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (120 Minuten) Klausur, Dauer (in Minuten): 120
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Klausur, 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97130	**Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics** Linear continuum mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann
5	**Inhalt**	Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik • Geometrisch lineare Kinematik • Spannungen • Bilanzsätze Anwendung auf elastische Problemstellungen • Materialbeschreibung • Variationsprinzipe Contents Basic concepts in linear continuum mechanics • Kinematics • Stress tensor • Balance equations Application in elasticity theory • Constitutive equations • Variational formulation
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • beherrschen das Tensorkalkül in kartesischen Koordinaten • verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik • verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen • verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze • verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM The students • master tensor calculus in cartesian coordinates • understand and master geometrically linear continuum kinematics • understand and master geometrically linear continuum balance equations • understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws • understand and master the transition to geometrically linear FEM
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"

		Organisatorisches: Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 2.1 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 2. Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 2.6 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Prüfungssprache: Deutsch und Englisch
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969 • Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981

		• Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997 • Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000

1	**Modulbezeichnung** 97190	**Technische Schwingungslehre** Mechanical vibrations	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Tutorium zur Technischen Schwingungslehre (2.0 SWS) Vorlesung: Technische Schwingungslehre (2.0 SWS) Übung: Übungen zur Technischen Schwingungslehre (2.0 SWS)	- - -
3	Lehrende	Özge Akar Prof. Dr.-Ing. Kai Willner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	**Inhalt**	Charakterisierung von Schwingungen Mechanische und mathematische Grundlagen • Bewegungsgleichungen • Darstellung im Zustandsraum Allgemeine Lösung zeitinvarianter Systeme • Anfangswertproblem • Fundamentalmatrix • Eigenwertaufgabe Freie Schwingungen • Eigenwerte und Wurzelortskurven • Zeitverhalten und Phasenportraits • Stabilität Erzwungene Schwingungen • Sprung- und Impulserregung • harmonische und periodische Erregung • Resonanz und Tilgung Parametererregte Schwingungen • Periodisch zeitinvariante Systeme Experimentelle Modalanalyse • Bestimmung der Übertragungsfunktionen • Bestimmung der modalen Parameter • Bestimmung der Eigenmoden
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen. • Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen. • Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß. • Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.

		• Die Studierenden kennen die Darstellung eines Systems in physikalischer Darstellung und in Zustandsform. • Die Studierenden kennen die Darstellung der allgemeinen Lösung eines linearen Systems mit mehreren Freiheitsgraden in Zustandsform. • Die Studierenden kennen das Verfahren der modalen Reduktion. • Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Zeitschrittintegration bei beliebiger Anregung. • Die Studierenden kennen die Definition der Stabilität für lineare Systeme. Verstehen • Die Studierenden können ein gegebenes diskretes Schwingungssystem anhand des zugrundeliegenden Differentialgleichungssystems einordnen und klassifizieren. • Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der physikalischen Darstellung und der Zustandsdarstellung und können die Vor- und Nachteile der beiden Darstellungen beschreiben. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Fundamentalmatrix und können diese physikalisch interpretieren. • Die Studierenden verstehen die Idee der modalen Reduktion und können ihre Bedeutung bei der Lösung von Systemen mit mehreren Freiheitsgraden erläutern. • Die Studierenden können den Stabilitätsbegriff für lineare Systeme erläutern. Anwenden • Die Studierenden können die Bewegungsdifferentialgleichungen eines diskreten Schwingungssystem auf verschiedenen Wegen aufstellen • Die Studierenden können die entsprechende Zustandsdarstellung aufstellen. • Die Studierenden können fuer einfache lineare Systeme die Eigenwerte und Eigenvektoren von Hand ermitteln und kennen numerische Verfahren zur Ermittlung der Eigenwerte und -vektoren bei großen Systemen. • Die Studierenden können aus den Eigenwerten und -vektoren die Fundamentalmatrix bestimmen und für gegebene Anfangsbedingungen die Lösung des freien Systems bestimmen. • Die Studierenden können ein lineares System mit mehreren Freiheitsgraden modal reduzieren. • Die Studierenden können die analytische Loesung eines System mit einem Freiheitsgrad für eine geeignete Anregung von Hand bestimmen und damit die Lösung im Zeitbereich und in der Phasendarstellung darstellen. Analysieren

		• Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper" Organisatorisches: Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 2.2 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 2. Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 2.6 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Magnus, Popp: Schwingungen, Stuttgart:Teubner 2005

1	**Modulbezeichnung** 97247	**Fertigungsmesstechnik I** Manufacturing metrology I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Grundlagen: Teilgebiete der industriellen Messtechnik, Grundaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Messbedingungen und Zeitpunkte, Methoden und Teilaufgaben der Fertigungsmesstechnik, Ziele der Fertigungsmesstechnik; Begriffsdefinitionen: Messen, Überwachen, Prüfen, Überwachen, Lehren, Geschichte der Fertigungsmesstechnik, Ausrüstung in der Fertigungsmesstechnik, Grundeinteilung der Mess- und Prüfmittel, klassische Fertigungsmesstechnik, Koordinatenmesstechnik; Begriffe der Messtechnik (Wiederholung aus Grundlagenvorlesung): Messgröße, Größenwert, Messergebnis, Messwert, Messprinzip, Messmethode, Messverfahren, Empfindlichkeit, Messbereich, Auflösung (Orts- bzw. Skalenauflösung vs. Strukturauflösung, Amplituden-Wellenlängen-Diagramm), wahrer Wert, vereinbarter Wert, systematische und zufällige Messabweichung, Kalibrierung, Verifizierung, Eichung, Validierung, Messpräzision, Messgenauigkeit, Messrichtigkeit, Messunsicherheit • Längenmesstechnik (Handmessmittel und Normale): Aufgaben und Einsatz der Längenmesstechnik, Messschieber (Aufbau, Ablesung), Nonius, Parallaxenabweichung, Abweichung 1.-Ordnung, Abbe´sches Komparatorprinzip, Messvarianten mit Messschiebern, Bauformen von Messschiebern, Messschrauben (Aufbau, Ablesung), Abweichung 2.-Ordnung, Bauformen von Messschrauben, Messuhr, Feinzeiger, Fühlhebelmessgerät, induktive Messtaster (Aufbau, Kennlinie), Ursachen von Messabweichungen: Messkreis, Temperatureinflüsse, Ausdehnungskompensation, Flächenpressung und Abplattung, Deformation von Messplatten und langen Teilen, Kippungs- und Führungsabweichungen, Formabweichungen und -änderungen (Gleichdick bzw. Reuleaux-Polygone), Ellipse und Dreibogengleichdick, Dreipunktmessung, Zentrierfehler und Zentrierhilfen; Werkstoffe für Messkreise: Aluminium, Stahl, Invar 36, Super Invar 32-5, Naturstein, Polymerbeton, Keramiken, Gesintertes Siliziumcarbid, NEXCERA N113G, Titanium-Silikatglas ULE, Zerodur, mechanische Spannungen und Kriechen; Maßverkörperungen: Parallelendmaße, Fühlerlehren, Grenzrachenlehren

- Längenmesstechnik (Maßstäbe und Encoder): Maßstäbe mit visueller Ablesung: Maßstäbe mit Skalen, Auflösungsvermögen des Auges, Spiralokular, Abweichung 1.- und 2.-Ordnung (Messmikroskop), Abbe Komparator, Eppensteinprinzip; optische inkrementelle Encoder: Längenmessungen mit inkrementellen Encodern, Teilungsbreite vs. Detektorgröße, Moiré-Effekt, Prinzip eines optischen inkrementellen Encoders, Ermittlung Bewegungsrichtung Inkremental-Encoder, Quadratursignale und richtungsabhängige Zählung (Abtastplatte), Netzwerkinterpolatoren (Auflösungserhöhung), Demodulation für Encodersignale, Demodulationsabweichungen (Quantisierungs-, Amplituden-, Offset- und Phasenabweichungen), Heydemannkorrektur, Differenzsignale, Abtastung (abbildendes Prinzip, Durchlicht und reflektiertes Licht), kodierte Referenzmarken, Einfeldlesekopf, Abtastung (interferentielles Prinzip, reflektiertes Licht), Drei-Achsen-Verschiebungssensoren; optische absolute Encoder: absolut codierte Maßstäbe, V- und U-Anordnung und Gray Code, Pseudo Random Code; magnetische, induktive und kapazitive Linearencoder: magnetische Linearencoder, induktive Linearencoder, kapazitive Linearencoder; Längenmessgeräte: Universallängenmessgerät, Höhenmessgerät
- Längenmesstechnik (Interferometer): Interferenz und Interferometer: Interferometrie, Michelson Versuch, Interferenz, Wellengleichung, transversale elektromagnetische Welle (TEM), Polarisation des Lichtes, Überlagerung von Wellen (konstruktive und destruktive Interferenz), Voraussetzung für die interferometrische Längenmessung, Interferenz von Lichtwellen, Homodynprinzip, Heterodynprinzip, Interferenz am Michelson-Interferometer, Interferenz am Homodyninterferometer, Abstand der Interferenzlinien, Einteilung von Interferometern; Demodulation von Interferometersignalen: Demodulation am Homodyninterferometer, Demodulation am Heterodyninterferometer, Vergleich der Homodyn- und Heterodyninterferometer, Luftbrechzahl, parametrische und interferometrische Erfassung, Totstreckenkorrektur, praktische Realisierung der Demodulation am Homodyninterferometer, Quantisierungsabweichungen, Demodulationsabweichungen durch Quadratursignalrauschen, Längenabweichungen durch Offset-, Amplituden- und Phasenabweichungen, Kompensation der statischen Abweichungen, verbleibende dynamische Abweichungen; Kohärenz: räumliche und zeitliche Kohärenz, Kohärenzlänge von Einfrequenz- und Zweifrequenzlasern sowie Weißlicht; He-Ne-Laser und Rückführbarkeit: spontane und stimulierte Emission, Laser (Aufbau, Resonator und Entstehung der Lasermoden),

Resonatoranordnungen, Gauß-Strahlen, Transformation von Gauß-Strahlen (dünne Linsen), He-Ne-Laser (Energiezustände, Aufbau, Prinzip, Verstärkungskurve und Lasermoden, Frequenzstabilität), Methoden zur Stabilisierung von He-Ne-Lasern (Lamb-dip, externe Absorptionszelle, Intensitätsgleichheit bei Zeeman-Aufspaltung, Intensitätsgleichheit orthogonal linear polarisierter Moden), Messung der Beatfrequenz, optischer Frequenzkamm, Rückführbarkeit der Längenmessung (kurze Strecken), Realisierung der Meterdefinition, Rückführbarkeit der Längenmessung (große Strecken); Absolutinterferometrie: Mehrwellenlängeninterferometer; Interferometeraufbauten: Oberflächenspiegel, Prismen, Retroreflektoren, Strahlteiler, planparallele Platte, Drehkeilpaar, Linearpolarisatoren - strahlteilende Polarisatoren, Lambda/2- und Lambda/4-Platten, Faraday-Isolator, Baukastensysteme, Aufbauvarianten, Messabweichungen und Messkreise, Kompaktinterferometer (z. B. Homodyninterferometer), Kombination von Kippinvarianz und lateraler Verschiebung, Justage von Interferometern; Anwendung von Interferometern: Präzisions-Längenkomparator, Kalibrierinterferometer, Laser Tracer, Multilateration, Laser Vibrometrie, Interferenzkomparator

- Winkel- und Neigungsmesstechnik: Winkelmessung und Aufgaben: ebener Winkel, Raumwinkel, Messaufgaben; Winkelmaßverkörperungen: Einzelwinkelnormale, Winkelendmaße, Sinuslineal, Sinus-Winkel-Einstellgerät, Tangenslineal, Winkelprisma verstellbar, mechanische Kreisteilungsnormale, optische Kreisteilungsnormale, Winkelencoder (optisch oder induktiv), Spiegelpolygon, Pentaprisma; Winkelmessgeräte: Winkelmesser, Universalwinkelmesser, Winkelencoder (inkrementell absolut codiert); Messabweichungen: Scheitel- und Schenkeldeckung, Doppelablesung (180°-Ablesung); Neigungsmessung: Wasserwaagen, Libellen, Koinzidenzlibelle, Schlauchwaage, Klinometer/ Inklinometer (MEMs, Kraftkompensationssensoren); optische Winkelmessgeräte: Fernrohr, Kollimator, Strichplatten, Kollimator und Fernrohr, Autokollimator (visuelle und elektronische Ablesung), Autokollimator-Anwendungen (Winkelverschiebung, Geradheitsmessung, Rechtwinkligkeitsmessung, Kalibrierung von Drehtischen), Sextant, Theodolit und Tachymeter, Lasertracker, Winkelmessung mit Laserinterferometern, Kalibrierinterferometer
- Geometrische Produktspezifikation und Verifikation (GPS): Grundlagen der GPS: Systematik der Gestaltabweichungsarten (Maß-, Form-, Lageabweichungen und Abweichung der Oberflächenbeschaffenheit), Ordnungssystem für Gestaltabweichungen, geometrischen Toleranzen, Entwicklung der Normung und Messtechnik,

System der geometrischen Produktspezifikation, ISO-GPS-Matrix, Grundsätze, Dualitätsprinzip, Operatoren, Begriffsdefinition von Geometrieelementen (Nenn-, wirkliches, erfasstes und zugeordnetes Geometrieelement, …), Standardgeometrieelemente; Toleranzen von Längenmaßen: Größenmaße, Spezifikationsmodifizierer für Längenmaße, Toleranzen von Längenmaßen, Nennmaß, Grenzmaß, Abmaß, Grenzabmaß, ISO-Toleranzsystem für Längenmaße ISO-Passungen; Toleranzen von Winkelmaßen: Spezifikationsmodifizierer für Winkelmaße, Winkelgrößenmaße; Entscheidungsregeln für Konformitäts- und Nichtkonformitätsnachweis: Kennwerte für Messabweichungen, „Goldene Regel“ der Messtechnik nach Berndt (ca. 1924), Prüfung auf Konformität, Prüfung auf Nichtkonformität; Bezüge, Form-, Richtungs-, Orts- und Lauftoleranz, zusätzliche Spezifikationen (grundlegende GPS-Spezifikationen, Unabhängigkeitsprinzip, Maximum-Material-Bedingung, Minimum-Material-Bedingung, Reziprozitätsbedingung, Hüllbedingung, "Taylor'scher Grundsatz“, freier Zustand; Allgemeintoleranzen, Welligkeit und Rauheit, Kanten mit unbestimmter Gestalt, definierte Übergänge zwischen Geometrieelementen (Kante bestimmter Gestalt), Produktionsprozessspezifische Normen (Gußteile, Kunststoff-Formteile, thermisches Schneiden)

- Taktile Koordinatenmesstechnik: Historie, Gerätetechnik: Grundanordnung, konventionelle und unkonventionelle Bauarten, Gerätetechnik (Antriebe, Führungen, Längenmesssysteme), Tastsysteme (Übersicht, Messung der Auslenkung, Messsignale, Antastung, Einzelpunktantastung, Scanning, Richtungsempfindlichkeit, Erzeugung der Antastkraft, Kinematik, Bestandteile, kinematische Kopplungen, Dreh-Schwenk-System, Taster, Arten von Tastsystemen, mechanische Filterwirkung), Steuereinheit, Zusatzeinrichtungen (Drehtisch, Taster- und Messkopfwechselbank, Werkstückfixierung); Vorbereitung, Durchführung und Auswertung der Messung: Beschreiben und Festlegen der Messaufgabe inkl. Bezugssystem, Feststellen Einflüsse auf das Messergebnis, Vorbereitung der Messung, Aufspannen des Werkstücks, Auswahl des Messkopfes und Tasters, Einmessen des Tasters, Festlegen der Messstrategie, Auswertung der Messergebnisse (Ausgleichsverfahren, Operatoren, Messunsicherheitsbestimmung); Spezifikation, Parameter und Prüfung (Annahme- und Bestätigungsprüfung, Überwachung von Koordinatenmessgeräten, Normale, Spezifikation)
- Taktile Oberflächenmesstechnik: Oberflächen, Charakterisierung von Oberflächen, Oberflächenmessprinzipien, Wechselwirkung und Einflussgrößen, Oberflächenmessverfahren; taktile

Messverfahren: Tastschnittgeräte, Diamant-Tastspitze, Messumformer, morphologische Filterwirkung, Bauarten; Überblick Oberflächenparameter; Profilparameter (2D; DIN EN ISO 4287 und DIN EN ISO 21920-2): Auswertung eines Oberflächenprofils, Filterung, Messstrecke und Einzelmessstrecken, Senkrechtkenngrößen, Waagerechtkenngrößen, gemischte Kenngrößen, Kenngrößen aus charakteristischen Kurven, Motifkenngrößen; Flächenparameter (3D; DIN EN ISO 25178-2): Auswertung einer Flächentopographie, Höhenparameter, Hybridparameter, flächenhafte Materialanteilkurve, Topographische Elemente; Streulichtparameter: Varianz der Verteilungskurve

Content:

- Basics: Sub-areas of industrial metrology, basic tasks of manufacturing metrology, measuring conditions and points in time, methods and subtasks of manufacturing metrology, objectives of manufacturing metrology; definitions of terms: measuring, monitoring, testing, checking, gauging, history of manufacturing metrology, equipment in manufacturing metrology, basic classification of measuring and testing equipment, classical manufacturing metrology, coordinate metrology; terms of metrology (repetition from fundamental lecture): measured quantity, quantity value, measurement result, measured value, measurement principle, measurement method, measurement procedure, sensitivity, measurement range, resolution (spatial or scale resolution vs. structural resolution, amplitude-wavelength diagram), true value, agreed value, systematic and random measurement deviation, calibration, verification, validation, measurement precision, measurement accuracy, measurement correctness, measurement uncertainty
- Length measuring technique (hand-held measuring devices and standards): tasks and use of length measuring technique, caliper (construction, reading), vernier, parallax deviation, error of the 1st order, Abbe's comparator principle, measuring variants with calipers, types of calipers, micrometers (construction, reading), error of the 2nd order, types of micrometers, dial gauge, vernier pointer, lever gauge, inductive probes (construction, characteristic curve), causes of measuring errors: measuring circuit, temperature influences, expansion compensation, surface contact pressure and flattening, deformation of measuring plates and long parts, tilting and guiding deviations, shape deviations and changes (equal thickness or Reuleaux polygons), ellipse and three-arc equal thickness, three-point measurement, centring errors and centring aids; materials for measuring circuits: Aluminium, steel, Invar 36, Super Invar 32-5, natural stone, polymer concrete, ceramics, sintered silicon carbide, NEXCERA N113G, titanium silicate glass ULE, Zerodur, mechanical

		stresses and creep; Dimensional standards: gauge blocks, feeler gauges, limit gauges • Length measuring technique (scales and encoders): scales with visual reading: scales with graduations, resolving power of the eye, spiral eyepiece, 1st and 2nd order error (measuring microscope), Abbe comparator, Eppenstein principle; optical incremental encoders: length measurement with incremental encoders, graduation width vs. detector size, Moiré effect, principle of an optical incremental encoder, determination of direction of movement incremental encoder, quadrature signals and direction-dependent counting (scanning plate), network interpolators (resolution increase), demodulation for encoder signals, demodulation deviations (quantisation, amplitude, offset and phase deviations), Heydemann correction, differential signals, scanning (imaging principle, transmitted and reflected light), coded reference marks, single-field reading head, scanning (interferential principle, reflected light), three-axis displacement sensors; optical absolute encoders: absolute coded scales, V and U arrangement and Gray code, pseudo random code; magnetic, inductive and capacitive linear encoders: magnetic linear encoders, inductive linear encoders, capacitive linear encoders; linear encoders: universal linear encoder, height encoder • Length measurement technique (interferometer): interference and interferometer: interferometry, Michelson experiment, interference, wave equation, transverse electromagnetic wave (TEM), polarisation of light, superposition of waves (constructive and destructive interference), prerequisite for interferometric length measurement, interference of light waves, homodyne principle, heterodyne principle, interference at the Michelson interferometer, interference at the homodyne interferometer, distance of interference lines, classification of interferometers; demodulation of interferometer signals: demodulation at the homodyne interferometer, demodulation at the heterodyne interferometer, comparison of homodyne and heterodyne interferometers, air refractive index, parametric and interferometric acquisition, dead-pahth correction, practical realisation of demodulation at the homodyne interferometer, quantisation deviations, demodulation deviations due to quadrature signal noise, length deviations due to offset, amplitude and phase deviations, compensation of static deviations, remaining dynamic deviations; coherence: spatial and temporal coherence, coherence length of single-frequency and dual-frequency lasers and white light; He-Ne laser and traceability: spontaneous and stimulated emission, lasers (structure, resonator and origin of laser modes), resonator arrangements, Gaussian beams, transformation of Gaussian beams (thin lenses), He-Ne lasers (energy states, structure, principle, gain curve and laser modes,

		frequency stability), methods for stabilising He-Ne lasers (Lamb-dip, external absorption cell, intensity equality with Zeeman splitting, intensity equality of orthogonally linearly polarised modes), measurement of beat frequency, optical frequency comb, traceability of length measurement (short distances), realisation of metre definition, traceability of length measurement (long distances); absolute interferometry: multi-wavelength interferometer; interferometer set-ups: surface mirrors, prisms, retroreflectors, beam splitters, plane-parallel plate, rotating wedge pair, linear polarisers - beam-splitting polarisers, lambda/2 and lambda/4 plates, Faraday isolator, modular systems, set-up variants, measurement errors and measurement circuits, compact interferometers (e.g. homodyne interferometer), combination of tilt invariance and lateral displacement, adjustment of interferometers; application of interferometers: precision length comparator, calibration interferometer, laser tracer, multilateration, laser vibrometry, interference comparator • Angle and inclination measuring technology: angle measurement and tasks: plane angle, solid angle, measuring tasks; angle measuring standards: single angle standards, angle end measures, sine ruler, sine angle adjuster, tangent ruler, angle prism adjustable, mechanical circular graduation standards, optical circular graduation standards, angle encoder (optical or inductive), mirror polygon, pentaprism; angle measuring instruments: protractor, universal protractor, angle encoder (incremental absolute coded); measurement deviations: vertex and limb coverage, double reading (180° reading); inclination measurement: spirit levels, bubble levels, coincidence bubble, hose level, clinometer/ inclinometer (MEMs, force compensation sensors); optical angle measuring instruments: Telescope, collimator, graticules, collimator and telescope, autocollimator (visual and electronic reading), autocollimator applications (angular displacement, straightness measurement, squareness measurement, calibration of rotary tables), sextant, theodolite and tachymeter, laser tracker, angle measurement with laser interferometers, calibration interferometer • Geometric product specification and verification (GPS): fundamentals of GPS: systematics of shape deviation types (dimensional, form, positional and surface quality deviations), classification system for shape deviations, geometric tolerances, development of standardisation and metrology, system of geometric product specification, ISO GPS matrix, principles, duality principle, operators, definition of terms of geometry elements (nominal, real, recorded and assigned geometry element, ...), standard geometry elements; tolerances of length dimensions: size dimensions, specification modifiers for length dimensions, tolerances of length

dimensions, nominal dimension, limit dimension, allowance, limit allowance, ISO tolerance system for length dimensions ISO fits; tolerances of angle dimensions: specification modifiers for angular dimensions, angular size dimensions; decision rules for proof of conformity and non-conformity: characteristic values for measurement deviations, "Golden Rule" of metrology according to Berndt (ca. 1924), verification of conformity, verification of non-conformity; references, shape, direction, location and running tolerance, additional specifications (basic GPS specifications, independence principle, maximum material condition, minimum material condition, reciprocity condition, envelope condition, "Taylor's principle", free state; general tolerances, waviness and roughness, edges of indeterminate shape, defined transitions between geometry elements (edge of determinate shape), production process specific standards (castings, moulded plastic parts, thermal cutting)

- Tactile coordinate measuring technology: history, instrument technology: basic arrangement, conventional and unconventional designs, machine technology (drives, guideways, length measuring systems), tactile systems (overview, measurement of deflection, measuring signals, probing, single-point probing, scanning, directional sensitivity, generation of probing force, kinematics, components, kinematic couplings, rotary-tilt system, probes, types of tactile systems, mechanical filter effect), control unit, additional equipment (rotary table, probe and measuring head changing bench, workpiece fixing); preparation, execution and evaluation of the measurement: describing and specifying the measuring task incl. reference system reference system, determining influences on the measurement result, preparing the measurement, clamping the workpiece, selecting the measuring head and probe, calibrating the probe, determining the measurement strategy, evaluating the measurement results (compensation methods, operators, determining the measurement uncertainty); specification, parameters and testing (acceptance and confirmation testing, monitoring coordinate measuring machines, standards, specification)
- Tactile surface metrology: surfaces, characterisation of surfaces, surface measuring principles, interaction and influencing variables, surface measuring methods; tactile measuring methods: tactile measuring methods: stylus instruments, diamond stylus tip, transducer, morphological filter effect, types; overview of surface parameters; profile parameters (2D; DIN EN ISO 4287 and DIN EN ISO 21920-2): evaluation of a surface profile, filtering, measuring section and individual measuring sections, perpendicular parameters, horizontal parameters, mixed parameters, parameters from characteristic curves, motif parameters; surface parameters

		(3D; DIN EN ISO 25178-2): evaluation of an area topography, height parameters, hybrid parameters, area material proportion curve, topographic elements; scattered light parameters: variance of the distribution curve
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen • Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen. • Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen. • Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen • Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. Anwenden • Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren. • Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren • Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren. • Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen. • Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevorraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage, Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 • DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 • Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9 • Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5 • Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9 • Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2 • Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2 • Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5 • Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969 • Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9 • Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 • *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik* • [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0 • [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]http://www.koordinatenmesstechnik.de/ • [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html

1	**Modulbezeichnung** 97248	**Prozess- und Temperaturmesstechnik** Process and temperature metrology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Temperaturmesstechnik: Messgröße Temperatur: (thermodynamische Temperatur, Symbole, Einheiten, Neudefinition der SI Einheiten, Temperatur als intensive Größe, Prinzip eines Messgerätes, direkte Messung und Voraussetzungen, indirekte Temperaturmessung und Voraussetzungen, Überblick primäre Temperaturmessverfahren, unmittelbar und mittelbare Temperaturmessung) Prinzipielle Einteilung der Temperaturmessverfahren, Temperaturskalen: praktische Temperaturskalen (Tripelpunkte, Schmelz- und Erstarrungspunkte), klassische Temperaturskalen (Benennung und Fixpunkte), ITS 90 (Bereich, Fixpunkte, Interpolationsinstrumente) Grundlagen der Temperaturmessung mit Berührungsthermometer Mechanische Berührungsthermometer Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler) • Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren • Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe • Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte • Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung • Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren

		• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung **<u>Content:</u>** • Temperature measurement: Measure "temperature (thermodynamic temperature, symbols, units, temperature and intensive quantity, principle of a measuring instrument, and direct measurement conditions, indirect temperature measurement and conditions Overview primary temperature measurement methods, direct and indirect temperature measurement) Basic classification of temperature measurement methods Temperature scales: practical temperature scales (triple points, melting and solidification points), classical temperature scales (naming and fixed points), ITS 90 (range, fixed points, interpolating instruments) Mechanical contact thermometers Resistance thermometer (Pt100, NTC, PTC, characteristic, measurement circuits) Thermocouples (foundations, structure, junction, mounting positions) Special methods of temperature measurement (noise temperature measurement, quartz thermometer) Pyrometer Static and dynamic thermal sensors • Weighing technology: Mass and weight, prototypes, traceability of mass, new definition of the kg, influences on mass measurement, beam balances, spring scales, electromagnetic force compensation, comparators • Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances • Measurement of pressure: Measurand pressure, Classification of pressure measuring method, Pressure balances Liquid manometers and barometers, Resilient pressure gauges, Pressure transmitters, Diaphragm seals, Piezoelectric pressure gauge • Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement • Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods • Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik. • Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben. Verstehen

		• Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren. • Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen. Anwenden • Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen. • Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten. • Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen. Analysieren • ° Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen |Grundlagen der Messtechnik| (GMT) wird empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 6.1 Fertigungsmesstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5 • Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7 • Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538 • Kohlrausch, Friedrich: Praktische Physik : zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik. Band 1-3, 24. Auflage,

		Teubner Verlag, 1996 ISBN 3-519-23001-1, 3-519-23002-X, 3-519-23000-3 • DIN e.V. (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM) ISO/IEC-Leitfaden 99:2007. Beuth Verlag GmbH, 3. Auflage 2010 *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik* • [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präszision überall]http://youtu.be/tQgvr_Y3Gl0

1	**Modulbezeichnung** 97251	**Ausgewählte wissensbasierte Verfahren in der Fertigungstechnologie** Knowledge-based methods in manufacturing engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Es wird der Begriff des Wissens eingeführt und zwischen den Phasen Wissensakquise, -archivierung und reproduktion oder anwendung unterschieden. Für jede der Phasen werden Methoden aus der Informatik mit Beispielen aus der Fertigungstechnik motiviert und präsentiert. Hierbei werden Einblicke in die statistische Versuchsplanung und die Chaostheorie für den Wissenserwerb gegeben. Die Grenzen und Risiken der Extrapolation aus untersuchten Bereichen werden deutlich aufgezeigt. Es wird verdeutlicht, dass die Form der Archivierung häufig auch über die Form der Anwendung oder Reproduktion entscheidet. Als Formen der Wissensarchivierung werden Datenbanken und Regelsysteme gebracht. Fuzzy-Logik stellt eine Erweiterung der Regelsysteme dar. Die Monte Carlo Simulation wird als eine Möglichkeit vorgestellt, Wissen sehr direkt und ohne Abstraktion wieder zu verwerten. In diesem Kontext wird die grundlegende Vorgehensweise im Rahmen einer Simulationsstudie vermittelt. Als Anwendung von Wissen in abstrahierter Form werden Knowledge Based Engineering und Evolutionäre Algorithmen vorgestellt. Hierbei wird ein allgemeiner Exkurs in die Optimierung gegeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • ° Die Studierenden können die Bestandteile der genannten Systeme benennen und deren Interaktion erklären. Anwenden Die Studierenden sind in der Lage für eine Problemstellung aus den unterrichteten Methoden eine geeignete zur Lösung auszuarbeiten. Analysieren Die Studierenden können die gewählte Lösung reflektieren und sowohl die Vor- als auch die Nachteile detailliert und fundiert vergleichen. Evaluieren (Beurteilen) Die Studierenden können basierend auf den erlernten Grundkenntnissen notwendiges Zusatzwissen zu den vorgestellten Verfahren selbständig erwerben und ihre Fachkompetenz damit autonom erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich 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**	

1	**Modulbezeichnung** 97252	**Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen** Methodical analysis for improving the quality of manufacturing processes	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (6.0 SWS)	7,5 ECTS
3	Lehrende	Tamara Reuter apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Six Sigma Methodik, Grundlagen des Projektmanagements, Projektcharter, SIPOC und VOC, Prozess- und Aufgabendefinition; • Datenerfassung, Entscheidungsmatrix und Zielgrößenoptimierung; • Grundlagen der Statistik, Graphische Methoden; • Regelkarten, Erfassung von Ursachen und Wirkungen, Ursachen und Wirkungen, Messsystemanalyse; • Verteilungstests, Verteilungstests, Prozessfähigkeit, Sigma-Level Berechnung; • Konfidenzintervall, Konfidenzintervall, Test auf Varianzgleichheit, t-Test für 2 Stichproben; • Einfache Varianzanalyse, ANOVA, Chi-Quadrat-Test, Chi-Quadrat-Test, Korrelation und Regression; • Statistische Versuchsplanung, Multi-Vari Studien, Kreativtechniken • FMEA für Projektstrategien, Praxisübungen (Durchführung eines Mini-Greenbelt Projekts mit Papierhubschrauber)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Besuch der der Lehrveranstaltung, sind die Studierenden in der Lage • vertiefende Kenntnisse in der methodischen Analyse von Prozessen in der Fertigung, wobei die Six Sigma Methodik Verwendung findet, wiederzugeben und zu erläutern, • grundlegendes Wissen zu Themen der Prozessanalyse und optimierung und methodische Problemlösungsansätze anzuwenden, sowie Fragestellungen unter Anwendung statistischer Verfahren zu lösen, • durch Informationen und Faktenwissen, Six Sigma Projekte zur Analyse und anschließenden Optimierung von Produktions- und Fertigungsprozessen zu leiten, • notwendige analytische und statistische Werkzeuge in Six Sigma Projekten einzusetzen, • die Prozessanalyse und -optimierung sowie Six Sigma im ganzheitlichen Umfeld der industriellen Produktion und Fertigung einzuordnen.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Aufgrund der inhaltlichen Tiefe der Veranstaltung werden folgende Erfahrungen (bzw. belegte Lehrveranstaltungen) vorausgesetzt: • Produktionstechnik • Qualitätsmanagement • Stochastik (Ingenieurmathematik)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) mündliche Prüfung: 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97260	**Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics** Nonlinear continuum mechanics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (2.0 SWS) Vorlesung: Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dominic Soldner Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann
5	**Inhalt**	Kinematics • Displacement and deformation gradient • Field variables and material (time) derivatives • Lagrangian and Eulerian framework Balance equations • Stress tensors in the reference and the current configuration • Derivation of balance equations Constitutive equations • Basic requirements, frame indifference • Elastic material behavious, Neo-Hooke Variational formulation and solution by the finite element method • Linearization • Discretization • Newton method
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum. • verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen. • können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten. • können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren. *Objectives* The students • obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory • know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework • are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions • are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik" Organisatorisches: Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding. Organisatorisches: Die Unterrichts- und Prüfungssprache wird in der ersten Lehrveranstaltung mit den Studierenden vereinbart. The language of instruction and examination will be agreed upon with the students in the first course.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 2.1 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet
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**	• Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993 • Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994

1	**Modulbezeichnung** 97265	**Numerische und experimentelle Modalanalyse** Numerical and experimental modal analysis	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	**Inhalt**	Numerische Modalanalyse • Numerische Lösung des Eigenwertproblems • Modale Reduktion • Dämpfungs-, Massen- und Punktmassenmatrizen • Lösung der Bewegungsgleichungen, Zeitschrittintegration *Experimentelle Modalanalyse • Grundlagen der Signalanalyse: Fourier-Transformation, Aliasing, Leakage • Experimentelle Analyse im Zeit- und Frequenzbereich
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen • Die Studierenden kennen die analytische Lösung für die freie Schwingung einfacher Kontinua wie Stab und Balken. • Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems. • Die Studierenden kennen die Methode der modalen Reduktion. • Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten der Dämpfungsbeschreibung. • Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen der konsistenten Massenmodellierung und Punktmassen. • Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Zeitschrittintegration. • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signalanalyse im Frequenzbereich auf der Basis der Fouriertransformation. • Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der numerischen und experimentellen Modalanalyse. • Die Studierenden kennen die prinzipielle Vorgehensweise bei der experimentellen Modalanalyse sowie die entsprechenden Fachtermini. • Die Studierenden kennen verschiedene Messaufnehmer und Anregungsverfahren. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und Verfahren zur Bestimmung der modalen Parameter. • Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Überprüfung der Linearität eines Systems. Verstehen

		• Die Studierenden können die Probleme bei der numerischen Dämpfungsmodellierung erläutern. • Die Studierenden können die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Massenmodellierungen erklären sowie den Einfluss auf die Eigenwerte bei verschiedenen Elementtypen erläutern. • Die Studierenden verstehen das Shannonsche Abtasttheorem und können damit den Einfluss von Abtastauflösung und Abtastlänge auf das Ergebnis der diskreten Fouriertransformation erläutern. • Die Studierenden können die Probleme des Aliasing und des Leakage erklären und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Reduktion dieser Fehler erläutern. • Die Studierenden verstehen den Einfluß verschiedener Lagerungs- und Anregungsarten der zu untersuchenden Struktur auf das Messergebnis. • Die Studierenden verstehen den Zusammenhang der verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und können diesen zum Beispiel anhand der Nyquist-Diagramme erklären. Anwenden • Die Studierenden können das Verfahren der simultanen Vektoriteration zur Bestimmung von Eigenwerten und -vektoren implementieren. • Die Studierenden können verschiedene Zeitschrittintegrationsverfahren implementieren. • Die Studierenden können eine Signalanalyse im Frequenzbereich mit Hilfe kommerzieller Programme durchführen. • Die Studierenden können verschiedene Übertragungsfrequenzgänge ermitteln und daraus die modalen Parameter bestimmen. Analysieren • Die Studierenden können eine geeignete Dämpfungs- und Massenmodellierung für die numerische Modalanalyse auswählen. • Die Studierenden können ein problemangepasstes Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems auswählen. • Die Studierenden können ein problemangepasstes Zeitschrittintegrationsverfahren auswählen. • Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe einen Versuchsaufbau mit geeigneter Lagerung und Anregung der Struktur konzipieren. • Die Studierenden können für eine gegebene Messaufgabe eine passende Abtastrate und -dauer sowie entsprechende Filter bzw. Fensterfunktionen wählen. • Die Studierenden können ein geeignetes Dämpfungsmodell zur Bestimmung der modalen Dämpfungen auswählen. Evaluieren (Beurteilen)

		• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen. • Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen. • Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen. • Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen. • Die Studierenden können die Ergebnisse einer numerischen und experimentellen Modalanalyse kritisch vergleichen, qualifizierte Aussagen über die jeweilige Modellgüte machen und gegebenenfalls Vorschläge zur Verbesserung machen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwinungslehre (TSL)" Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 2.2 Höhere Mechanik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet

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**	• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006 • Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001 • Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000

1	**Modulbezeichnung** 97283	**Lasersystemtechnik II: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik** Lasersystemtechnik II	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Peter Hoffmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Peter Hoffmann
5	**Inhalt**	1.Programmierung von Laseranlagen, Führungsverhalten 2.Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung 3.Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen 4.Neuere Entwicklungen für Laserroboter" 5.Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden 6.Spanntechnik für das Laserstrahlfügen 7.Sicherheit von Laseranlagen Exkursion zur ERLAS GmbH
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können die Programmierung von Laseranlagen und Führungsverhalten zusammenfassend darstellen. Die Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung kann von den Lernenden erklärt und berechnet werden. Die Lernenden sind in der Lage, Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen zu unterscheiden und einzuordnen. Sie können neuere Entwicklungen für Laserroboter beschreiben und nach ihrer Eignung für Anwendungsfälle einteilen. Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden und Laserstrahlfügen können die Lernenden skizzieren. Maßnahmen zur Gewährleistung der Arbeitssicherheit von Laseranlagen können die Lernenden erläutern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

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

1	**Modulbezeichnung** 97303	**Automatisierte Produktionsanlagen** Automated manufacturing systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Automatisierte Produktionsanlagen (2.0 SWS) Übung: Übung zu Automatisierte Produktionsanlagen (2.0 SWS) Vorlesungen werden durch aufgenommene Videos im FAU-Videoportal bereitgestellt. Der Link zu den Vorlesungseinheiten ist in der StudOn-Gruppe abrufbar. Die Übungen finden als Blockveranstaltung statt. Zusätzlich werden Flipped Classrooms Sessions über die Vorlesungszeit angeboten.	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Jonathan Fuchs Alexander Schneider	

4	**Modulverantwortliche/r**	Alexander Schneider
5	**Inhalt**	Durch den interdisziplinären Ansatz und die Einbeziehung der vielfältigen Domänen und Disziplinen der Produktionstechnik und der Inhalte unterschiedlicher Ingenieurswissenschaften, richtet sich die Grundlagenvorlesung Automatisierte Produktionsanlagen an Studierende des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurswesens, der Mechatronik, der Elektrotechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik und der Informatik.Die Vorlesung vermittelt zunächst die gesellschaftliche Bedeutung der Automatisierung und Automatisierter Produktionsanlagen. Den Studierenden werden darauf aufbauend in den ersten Vorlesungsabschnitten relevante Technologien und die technischen Grundlagen von der Steuerung, über die Grundzüge industrieller Kommunikation sowie die Funktion, Auswahl und Integration von Sensoren und Aktoren zur Umsetzung automatisierungstechnischer Aufgaben vermittelt.Anschließend wird die Kombination der vorgestellten Einzelkomponenten zu komplexen Gesamtsystemen behandelt. Dabei liegt der Fokus auf der Planung, der Inbetriebnahme, dem Betrieb und der Optimierung Automatisierter Produktionsanlagen. Den Studierenden sollen dabei die notwendigen Fähigkeiten zur Abstraktion und Strukturierung komplexer Sachverhalte im Kontext ingenieurswissenschaftlicher Fragestellungen vermittelt werden. Dazu werden Konzepte und Paradigmen der Automatisierung, die Grundzüge der Produktionsplanung und -steuerung, die konzeptionellen und technischen Befähiger

		flexibler und wandelbarer Produktion sowie Ansätze zur Kopplung zwischen Mensch und Maschine erläutert und diskutiert.Im letzten Abschnitt der Vorlesung wird auf Trends und Veränderungen in der Branche der Automatisierungstechnik eingegangen. Dabei stehen unterschiedliche Themen im Fokus. Dazu gehören z. B. Plattform-Ökosysteme, die Gestaltung und Nutzung industrieller Services und deren Verknüpfung zu smarten Service Bundles, der Einsatz von Machine Learning in der Produktion und die Umsetzung selbstlernender Systeme, die Industrie 4.0-konforme Eigenschafts- und Funktionsabbildung automatisierungstechnischer Komponenten bis hin zu Inhalten aus dem Kontext der Energiebereitstellung und dem -management in der Gleichstromfabrik.In allen Abschnitten wird besonders Wert auf das Verständnis der vorgestellten Konzepte sowie deren Umsetzung nach gegebenen Anforderungen gelegt. Die Studierenden sollen nach Abschluss der Veranstaltung Automatisierungslösungen bezüglich ihrer Umsetzbarkeit bewerten können, einfache Anlagen in kleinem Umfang sollen aus einer Auswahl von Komponenten zusammengestellt werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Kenntnis der wichtigsten Komponenten von APA • Bewertung der verschiedenen Komponenten von APA hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten, Vor- und Nachteilen, möglicher Alternativen • Kenntnis der Möglichkeiten zur Kombination von Komponenten zu komplexeren Anlagen • Bewertung von APA nach wirtschaftlichen Kenngrößen • Bewertung der Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Interesse an Automatisierungstechnik • Interesse an praktischer Übung an einer SPS • Grundlagen Elektrotechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Schriftliche Prüfung
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (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
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** Digital control	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Regelung (4.0 SWS)	5 ECTS
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 Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 7 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

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

1	**Modulbezeichnung** 92539	**Drahtlose Automobilelektronik** Wireless automotive electronics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96313	**Felder und Wellen in optoelektronischen Bauelementen (V-Fel-Wel)** Fields and waves in optoelectronic components (V-Fel-Wel)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Bernd Witzigmann
5	**Inhalt**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
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** 94902	**Werkstoffverbunde mit Kunststoffen** Material composites with polymers	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Multifunktional und effizient – Werkstoffkombination durch Spritzgießen mit Kunststoffen (0.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97080	**Informatik für Ingenieure I** Computer science for engineers I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Tobias Baumeister
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltungen werden ausgewählte Inhalte aus der Informatik für herangehende Ingenieure gelehrt. Hierbei wird Wert auf Pragmatik gelegt, d.h. die vermittelten Inhalte sollen möglichst praktischer Natur sein, die im späteren Berufsleben oder in einer wissenschaftlichen Karriere in Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurswesen, o.Ä. angewandt werden können. **Kapitel des Moduls** • Rechnerarchitektur • Betriebssysteme • Rechnerkommunikation • Datenbanken • Künstliche Intelligenz • Programmierung/Softwareentwicklung (Python) Dieses Modul ist kein reines Programmiermodul! Auch wenn Programmierung (zum Teil) behandelt wird, soll nicht die Erwartung bestehen, dass man am Ende die Veranstaltung als Fullstack Senior Software Developer verlässt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... • bewerten verschiedene Möglichkeiten der Informationsdarstellung • kennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computers • analysieren einfache logische Schaltungen • charakterisieren die im Modul vorgestellten Konzepte von Betriebssystemen • differenzieren die im Modul vorgestellten Konzepte Programmierparadigmen • unterscheiden die im Modul vorgestellten Konzepte Datenstrukturen und Suchalgorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte Strategien zum Entwurf effizienter Algorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte relationaler Datenbanken • stellen einfache SQL-Anfragen • erklären Referenzmodelle für verteilte und Kommunikationssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 8.0 Informatik für Ingenieure I Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96630	**Leistungselektronik** Power electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 901895	**Deep Learning** Deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Deep Learning (2.0 SWS) Übung: DL E (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier Zijin Yang Alexander Barnhill	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier
5	**Inhalt**	Deep Learning (DL) has attracted much interest in a wide range of applications such as image recognition, speech recognition and artificial intelligence, both from academia and industry. This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises: • (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks • loss functions and optimization strategies • convolutional neural networks (CNNs) • activation functions • regularization strategies • common practices for training and evaluating neural networks • visualization of networks and results • common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet • recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU) • deep reinforcement learning • unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE) • generative adversarial networks (GANs) • weakly supervised learning • applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...) The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • explain the different neural network components, • compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks, • compare and analyze different CNN architectures, • explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning, • explain deep reinforcement learning, • explain different deep learning applications, • implement the presented methods in Python, • autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them, • effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,

		• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature, • discuss the social impact of applications of deep learning applications.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016. • Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006 • Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)

1	**Modulbezeichnung** 46950	**Kunststoffe und Ihre Eigenschaften** Plastics and their properties	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor. Beginnend werden Grundlagen zur Polymerchemie und -physik erläutert. Teile dieses Inhalts sind unter anderen die verschiedenen Polymersynthese-Reaktionen, molekulare Bindungskräfte, Strukturmerkmale und thermische Umwandlungen von Kunststoffen. Anschließend werden die Verarbeitungseigenschaften von Thermoplasten im Überblick dargestellt. Der Hauptteil der Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Kunststoffen und ihren spezifischen Eigenschaften und Merkmalen. Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere: • Polyolefine • Duroplaste • Elastomere • Polyamide und Polyester • Amorphe/ optische Kunststoffe • Hochtemperaturkunststoffe • Faserverbundwerkstoffe • Klebstoffe • Hochgefüllte Kunststoffe Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden* Die Studierenden • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen und können diese anwenden. • Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten. • verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren. • verstehen die Zusammenhänge zwischen molekularem Aufbau, Umgebungsbedingungen wie Druck und Temperatur und Eigenschaften der Kunststoffe, dabei Transfer des Wissens aus anderen Vorlesungen (z. B. Werkstoffkunde). • können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Kunststoffen fundiert zuordnen.

		Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen Die Studierenden • erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffs für einen beispielhaften Anwendungsfall. • erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffs sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 46102	**Praktikum Scannen und Drucken in 3D** Scanning and Printing in 3D	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 45291	**Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)** Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Exkursion: Angewandte Thermoifluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1.0 SWS)	1 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Motorische Verbrennung: • Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation • Bauformen von Verbrennungsmotoren • Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung • Kenngrößen von Verbrennungsmotoren • Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb • Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs • Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse • Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung • Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren • Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen Brennstoffzellen: • Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle • Thermodynamik der Brennstoffzelle • Einordung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr • Verschiedene Arten von Brennstoffzellen • Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen • Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen • Zukünftige Brennstoffzellensysteme Batterieelektrische Systeme: • Batterietechnik: Grundlagen • Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus • Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus • BEV – Aufbau bis Stand der Technik • Zukunftstechnologien

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik • Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen • Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln • Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln • Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln • Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen • Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren • Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Die Prüfung findet in Abhängigkeit von der Anzahl Teilnehmender mündlich oder schriftlich statt.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch

16	**Literaturhinweise**	• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018) • van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017) • Heywood: Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill (1988) • Pischinger, Klell, Sams: Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer (2009) • Ganesan: Internal Combustion Engines, McGraw-Hill (2015) • Reif (Hrsg.): Dieselmotor-Management, Springer (2012) • Reif (Hrsg.): Ottomotor-Management im Überblick, Springer (2015) • Tschöke, Mollenhauer, Maier (Hrsg.): Handbuch Dieselmotoren, Springer (2018) • O'Hayre, Cha, Colella, Prinz: Fuel Cell Fundamentals, Wiley & Sons (2016) • Kurzweil: Brennstoffzellentechnik, Springer (2013) • Barbir: PEM Fuel Cells, Elsevier (2013) • Kampker, Vallée, Schnettler: Elektromobilität - Grundlagen einer Zukunftstechnologie, Springer (2018)

1	**Modulbezeichnung** 97322	**Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE)** Plastics engineering II	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Dienstleistungsqualität entwickeln - Service Quality Engineering (2.0 SWS, WiSe 2024) Vorlesung: Service Quality Engineering - Dienstleistungsqualität entwickeln (2.0 SWS, SoSe 2024) Blockveranstaltung	- -
3	Lehrende	Prof. Dr. Alexander Gogoll	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Alexander Gogoll
5	**Inhalt**	|*Inhalt: SQE*| Service Quality • Definition von Dienstleistungen und Dienstleistungsqualität • Bedeutung von Dienstleistungsqualität für den Geschäftserfolg Service Marketing • Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität • Ausgewählte Aspekte des Dienstleistungsmarketings Service Engineering • Vorgehensmodelle für die Entwicklung von Dienstleistungen • Ausgewählte Methoden für die Gestaltung von Dienstleistungen Service Management • Messung von Dienstleistungsqualität • Total Quality Management für Dienstleistungen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	<u>Wissen</u> • Phasenmodell der Dienstleistungsproduktion kennen. • Grundlegende Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität kennen. • Erfolgsfaktoren für das Management von Dienstleistungssysteme kennen. • Konzept von Produkt-Service-Systemen und der Service Dominant Logic kennen. <u>Verstehen:</u> • Grundlegende Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität verstehen • Wichtige Aspekte des Dienstleistungsmarketings als Grundlage für Dienstleistungsinnovationen verstehen <u>Anwenden:</u> • Ausgewählte Methoden und Techniken zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen und Dienstleistungsqualität kennen und anwenden können. • Verfahren für Value Proposition Design und Business Modeling kennen und anwenden können. • Strategien und Methoden für Prototyping, Testing und Validation kennen und anwenden können.

		• Bedeutung von produktbegleitenden und eigenständigen Dienstleistungen für den Geschäftserfolg einschätzen können. • Produkte und Dienstleistungen anhand konstitutiver Merkmale abgrenzen können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
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**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 151664	**Advanced Communication Networks** Advanced communication networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Advanced Communication Networks - Tutorial (0.5 SWS) Vorlesung: Advanced Communication Networks (3.5 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Christian Forsch Prof. Dr. Laura Cottatellucci	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	**Inhalt**	Telecommunications have become ubiquitous in daily life and wireless networks play a fundamental role thanks to their capability to support mobility. In a wireless communication, the concept of link does not exist. Users radiate energy and communicate through the superposition of each others transmissions which creates interference. Compared to wireline networks this scenario is extremely challenging but also offers unpredictable opportunities in the development of new technologies (massive MIMO, cognitive radio, etc.) and exploitation of new features, e.g., opportunistic communications and multiuser diversity. The exponentially increasing request of higher and higher throughput is satisfied densifying users and access points per unit area and allowing more and more interference while adopting advanced techniques and innovative resource allocation to mitigate the detrimental effects of interference. Objective of this course is to introduce the student to advanced techniques for coordinated medium access control and radio resource management in cellular systems. Power allocation, rate adaptation and scheduling will be discussed both in centralized and distributed settings. Some mathematical methods play a fundamental role in resource allocation, namely, classical Perron-Frobenius theory for nonnegative matrices, convex and nonconvex constrained optimization, distributed optimization and game theory. The course introduces the student to such methods and exemplifies their application to various resource allocation problems. Additionally, the course addresses relevant aspects of resource allocation in wireless networks such as fairness and cross-layer design. *Technical Content* • Properties and challenges of the wireless medium. • Basic concepts of communication networks: the layered architecture. • Evolution of wireless cellular network architectures: From Global System for Mobile to Advanced-Long Term Evolution. • Multiple Access Schemes: CSMA variants, TDMA, FDMA, CDMA, OFDMA, SC-FDMA, SDMA. • Uplink-downlink duality. • Opportunistic scheduling and multiuser diversity.

		• Advanced concepts: small cells and heterogeneous networks, relaying and cooperation, network coding, cognitive radio networks. • Basics of resource allocation: power allocation, rate adaptation, and scheduling. • Classical resource allocation techniques: Centralized and distributed power control based on the Perron-Frobenius theorem. • Fundamentals of convex constrained optimization and application to resource allocation. • Resource allocation and fairness. • Fundamentals of nonconvex optimization and relaxation techniques. • Applications of nonconvex optimization to resource allocation. • Fundamentals of distributed optimization and applications to resource allocation. • Fundamental concepts of game theory. • Resource contention via game theoretical methods.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The student • Describes and/or recognizes wireless channel models. • Criticizes the limits of a layered architecture in wireless systems. • Defends the use of cross-layer design in wireless network. • Appraises and compares the distribution of functionalities in network entities for different architectures. • Argue on the pros and contras of different multiple access schemes according to various criteria (e.g. spectral efficiency, power efficiency, robustness to interference). • Compares and contrasts micro-diversity and various macro-diversity schemes. • Computes the total rate of SDMA with various receivers. • Relates the multiple access in uplink to broadcasting in downlink and justifies the concept of uplink-downlink duality. • Uses uplink-downlink duality to design a precoder and allocate power. • Contrasts multiple access in uplink and broadcasting in downlink in terms of channel state acquisition both for TDD and FDD transmission. • Uses multiuser diversity for opportunistic scheduling. • Compares multiuser diversity for users having identical and different channel statistics. • Contrasts opportunistic scheduling in terms of channel state acquisition and feedback both for uplink and downlink and for both FDD and TDD transmission schemes. • Appraises the impact of multiple antennas on opportunistic scheduling. • Analyses different settings with interference in small cells and designs countermeasures. • Categorizes relaying schemes in LTE.

		• Analyses performance of relaying schemes. • Argues on possible improvements of relaying schemes via network coding and physical layer network coding. • Uses the Perron-Frobenious theorem to allocate power in a centralized manner. • Judges the feasibility of a power control problems and formulates alternative approaches in case of unfeasibility. • Uses the Perron-Frobenious theorem to design a distributed power control scheme. • Judges the convergences of distributed power control based on the Perron-Frobenius theorem and appraises the robustness of asynchronous power control. • Applies techniques of convex optimization to discriminate convex problems and determine necessary and/or sufficient conditions for global optimality. • Judges the applicability of KKT conditions and duality. • Uses KKT conditions to solve convex optimization problems. • Uses duality to solve convex optimization problems. • Applies convex optimization to resource allocation in wireless communications. • Compares different definitions of fairness and applies them to rate allocation. • Appraises the effect of channel knowledge at the transmitter on different fairness criteria. • Applies KKT conditions for opportunistic user scheduling. • Describes a proportional fair algorithm for opportunistic scheduling. • Applies relaxation to nonconvex quadratic constrained quadratic programming. • Formulates resource allocation problems as constrained optimization programming. • Contrasts various distributed optimization methods. • Applies the concept of best response to determine Nash equilibria. • Argues about existence and uniqueness of Nash equilibria. • Assesses if a given game is a potential game and solves it. • Defends the concept of Pareto optimality in resource allocation. • Contrasts the concepts of pure and mixed strategies in game theory. • Uses coupled constrained concave game to allocate powers in heterogeneous networks.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Information Theory and Coding It is advisable that the student is familiar with basic concepts of Mobile Communications
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 255385	**Einführung in die Bruchmechanik** Introduction to fracture mechanics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in die Bruchmechanik (2.0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Kai Willner
5	**Inhalt**	• Entwicklung und Bedeutung der Bruchmechanik • Beanspruchungszustand an Rissen und Kerben bei linear-elastischem Materialverhalten • Kriterien der linear-elastischen Bruchmechanik für stabiles und instabiles Rißwachstum unter statischer und zyklischer Belastung • näherungsweise Erfassung der Plastifizierungsvorgänge vor der Rissspitze • Konzepte und Kriterien der Fließbruchmechanik • Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte • Beispiele
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Bedeutung und Historie der Bruchmechanik • können Beanspruchungszustände an Rissen und Kerben für linear- elastisches Materialverhalten angeben • kennen die Kriterien der linearen Bruchmechanik • kennen die Konzepte der Fließbruchmechanik • können für gegebene Probleme bruchmechanische Kennwerte bestimmen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	**Voraussetzungen / Organisatorisches** Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Einführung in die Bruchmechanik (Prüfungsnummer: 255385) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30
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**	

1	**Modulbezeichnung** 319238	**Industrie 4.0 für Ingenieure** Industry 4.0 for engineers	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Der Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik bietet im Sommersemester die Vorlesung Industrie 4.0 für Ingenieure" als technisches Wahlmodul an. Diese Ringvorlesung wird von renommierten Mitgliedern der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Montage, Handhabung und Industrierobotik (MHI, www.wgmhi.de) gehalten, die ausgehend von ihren jeweiligen Fachgebieten in den Themenkomplex Industrie 4.0" einführen. Folgende Themengebiete rund um die Digitalisierung werden unter anderem behandelt: • Industrierobotik • Netzwerk- und Cloudtechnologien • Software und Steuerung • Der Mensch in I4.0 • Industrial Data Science.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Den Studierenden sollen die Auswirkungen und technischen Ausprägungen des Zukunftsprojekts Industrie 4.0 verdeutlicht und dadurch ein Bewusstsein für diese Entwicklungen geschaffen werden. Zusätzlich soll ein Verständnis für Geschäftstreiber, technische Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen sowie branchen- und domänenübergreifende Prozesse und Methoden vermittelt werden. Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage: • die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld von Industrie 4.0 in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen • anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen zu verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur, Dauer (in Minuten): 60

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

1	**Modulbezeichnung** 412023	**Channel Coding on Graphs** Channel coding on graphs	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Channel Coding on Graphs (3.5 SWS) Übung: Channel Coding on Graphs - Tutorial (0.5 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Laura Cottatellucci I Nyoman Apraz Ramatryana	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	**Inhalt**	*Description* In today's communications world, channel coding underlies the physical layer of all major communication systems. For example: algebraic block coding (Reed-Solomon codes) are used in the CD and DVD standards; trellis coded modulation is used in line modems; low-density parity check codes (LDPC) are used in satellite communications (DVB-S2 standard), LAN (10GBase-T Ethernet) and wireless LAN (Wi-Fi 802.11); turbo codes are implemented in 3G/4G mobile communications (e.g. in UMTS and LTE) and in (deep space) satellite communications. Recently, polar codes have been adopted for the eMBB (Enhanced Mobile Broadband) control channels for the 5G NR (5th Generation New Radio) interface. Objective of this course is to provide an introductory but thorough background on codes over graphs and covers both classical convolutional codes and the modern theory of random-like codes with iterative decoding. Namely, LDPCs (Low Density Parity Check Codes, Turbo Codes, and Polar Codes. Students will acquire the fundamental knowledge to design and analyze performance of channel codes on graphs, as well as implement the corresponding encoders and decoders. *Technical Content* • Role of channel coding in a communication system. • Idealized channel models : the binary symmetric channel (BSC), the binary erasure channel (BEC), the constrained-input Gaussian channel. • Some preliminary basic concepts from linear block codes: Parity Check, Hamming distance, weight enumerating functions, performance evaluations, and performance bounds. • Factor graphs and belief propagation. • Binary random-like codes: LDPC codes and message-passing decoding, threshold behaviour of message passing decoding: density evolution analysis. Design of LDPC ensembles. • Polar Codes: Polarization, polar channel coding, performance, encoding and decoding. • Binary convolutional codes : the algebraic structure, the dynamic structure, Viterbi decoding, performance analysis via weight enumerating function, the forward-backward algorithm. • Other random-like codes: the Turbo Codes. Efficient decoding of Turbo Codes via forward-backward algorithm and

		interpretation via factor graphs. Performance analysis and exit charts.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The student Uses idealized channel models (the binary symmetric channel (BSC), the binary erasure channel (BEC), the constrained-input Gaussian channel) to compute their capacities Contrasts soft output decoders with disjoint detection and decoding, maximum likelihood and maximum a posteriori decoders Relates the concepts of Parity Check, Hamming distance, weight enumerating functions to the performance analysis of codes on graphs Devises factor graphs of proposed communication systems Assesses and justifies the applicability of belief propagation to given factor graphs Assesses and justifies the applicability of message passing to codebooks defined in terms of Tanner graph or parity check matrix Applies message passing to codebooks defined in terms of Tanner graph or parity check matrix Analyses the performance of LDPC code decoding via density evolution Computes exit charts for LDPC codes for the equations of the density evolution Designs LDPC ensemble for a given channel to maximize the code rate Justifies the design of LDPC codes via design of LDPC ensembles Interprets convolutional codes as linear block codes Compares algebraic and dynamic representations of convolutional codes Computes steps of the Viterbi algorithm Summarizes and justifies the fundamental structure of the Viterbi algorithm Computes steps of the BCJR algorithm Summarizes and justifies the fundamental structure of BCJR algorithm Compares Viterbi and BCJR algorithms Justifies low complexity and/or practical implementations of the Viterbi and the BCJR algorithm Attaches a direct graph to a convolutional code and computes its transfer function Assesses the performance of the Viterbi decoder via (bit) weight enumerating function based on the transfer function method Interprets a BCJR algorithm as message passing over a factor graph Combines encoders of convolutional codes to generate parallel concatenated codes with interleaver (turbo codes) of given rate Combines encoders of convolutional codes to generate serial concatenated codes with interleaver (turbo codes) Compares the key features of parallel concatenated codes with interleaver (turbo codes) to serial concatenated codes with interleaver (turbo codes) Designs decoders for turbo codes utilizing coupled BCJR-based decoders for convolutional codes

		Interprets turbo decoders as factor graphs and justifies their implementation via message passing Assesses the performance of turbo codes using exit charts Formulates the concept of source polarization and relates it to polar channel coding Interprets polar channel coding as factor graphs Designs polar channel codes Argues about capacity achievability of polar channel codes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 432733	**Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen** Control of vehicle powertrains	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Regelungen im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen (2.0 SWS)	2,5 ECTS
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 dringend empfohlen.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich mündlich, 30 Minuten

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

1	**Modulbezeichnung** 451971	**Random Matrices in Communications and Signal Processing** Random matrices in communications and signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller
5	**Inhalt**	Dual antenna arrays, compressive sensing, Wishart distribution, factor iid model, Kronecker model, convergence of random variables, semi-circle law, quarter circle law, full circle law, Haar distribution, Marchenko-Pastur distribution, Stieltjes transform, Girkos law, unitary invariance, freeness, free convolution, R-transform, free central limit theorem, free Poisson limit theorem, subordination, S-transform, R-diagonal random matrices, R-diagonal free convolution, Haagerup-Larsen law, operator-valued freeness, linearization of noncommutative polynomials, free Fourier transform, self-averaging properties, microscopic vs. macroscopic random variables, quenched random variable, a statistical physics point of view of digital systems, spin glasses, frozen disorder, replica method, replica continuity, replica symmetry, replica symmetry breaking, approximate message passing, classification of np-complete problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students find the limiting eigenvalue distributions of various types of random matrices. The students explain Stieltjes, R- and S-transforms. The students explain the limits of various types of fading channels. The students design coding and decoding methods for a given type of multiuser channel. The students perform additive and multiplicative free convolution. The students calculate the asymptotic eigenvalues distributions of given random matrix ensembles. The students construct random matrix ensembles with a given eigenvalue distribution. The students linearize matrix polynomials. The students derive the Boltzmann distribution. The students utilize saddle point integration. The students perform replica calculations. The students explain the meaning of replica symmetry breaking. The students collaborate on solving exercise problems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Good skills in linear algebra, probability theory and complex analysis
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich The examination is a 30-minute oral exam.
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**	• Mingo, J., Speicher, R.: Free Probability and Random Matrices, Springer, 2017 • Couillet, R., Debbah, M.: Random Matrix Methods for Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2011. • Mezard, M., Montanari, A.: Information, Physics, and Computation, Oxford Graduate Texts, 2009.

1	**Modulbezeichnung** 454183	**Molecular Communications** Molecular communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Robert Schober
5	**Inhalt**	Conventional communication systems employ electromagnetic waves for information transmission. This approach is suitable for typical macroscopic applications such as mobile communication. However, newly emerging applications in biology, nanotechnology, and medicine require communication between so-called nano-machines (e.g. nano-robots and nano-sensors) with sizes on the order of nano- and micro-meter. For such device sizes electromagnetic waves cannot be used for efficient information transmission. Instead Molecular Communication, an approach that is also widely used in natural biological systems, has to be applied. In Molecular Communication, transmitter and receiver communicate by exchanging information-carrying molecules. The design of molecular communication systems requires a basic understanding of relevant biological processes and systems as well as their communication-theoretical modelling and analysis. The course is structured as follows: 1) Introduction to Molecular Communication; 2) Biological Nano-Machines; 3) Molecular Communication in Biological Systems; 4) Synthetic Molecular Communication Systems; 5) Mathematical Modelling and Simulation; 6) Communication and Information Theory for Molecular Communication; 7) Design of Molecular Communication Systems; 8) Applications for Molecular Communication Systems.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students learn how to design synthetic molecular communication systems. They develop an understanding of natural communication processes in biological systems and how to harness these natural processes for the construction of man-made molecular communication systems. The students also learn how to analyse, model, and simulate molecular communication systems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.

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**	

1	**Modulbezeichnung** 498723	**Transformationen in der Signalverarbeitung** Transforms in signal processing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Transformationen in der Signalverarbeitung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Jürgen Seiler	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 537468	**Materialmodellierung und -simulation** Material modeling and simulation (TAF solid mechanics and dynamics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Materialmodellierung und -simulation (4.0 SWS)	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Julia Mergheim Paras Kumar	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Julia Mergheim Dr.-Ing. Gunnar Possart
5	**Inhalt**	• Grundlagen der Materialmodellierung • Plastizität und Viskoplastizität • Viskoelastizität in 1D • zugehörige Integrationsalgorithmen • Tensornotation, Elastizität in 3D • Plastizität und Viskoplastizität in 3D • Viskoelastizität in 3D • zugehörige Integrationsalgorithmen • --- • Fundamentals of material modeling • Plasticity and viscoplasticity • Viscoelasticity in 1D • related integration algorithms • Tensor notation, elasticity in 3D • Plasticity and viscoplasticity in 3D • Viscoelasticity in 3D • related integration algorithms
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit unterschiedlichem Materialverhalten • können unterschiedliches Materialverhalten modellieren (elastisch, plastisch,...) • kennen geeignete Integrationsalgorithmen • verstehen die numerische Umsetzung der Modelle • --- The students • are familiar with different material behaviour • can model various material behavior (elastic, plastic, ...) • know suitable integration algorithms • understand the numerical implementation of the models
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik und der Linearen Finite Elemente Methode Recommended: Basic knowledge of continuum mechanics and the linear finite element method Organisatorisches: Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html

		einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis. We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at https://www.studon.fau.de/cat5282.html. The entry is not password-protected, as usual, but takes place after confirmation by the lecturer. The acceptance may not happen immediately, but in time for the first class. We ask for your understanding.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet
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**	• Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000. • Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990. • Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000. • Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 542026	**Testfreundlicher Schaltungsentwurf** Design-for-Test	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 607629	**Hauptseminar Messtechnik** Advanced seminar Manufacturing metrology	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte

5	**Inhalt**	*Ablauf des Seminars*
		|*1. Voranmeldung StudOn*|
		•
		  ° Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfgang des Semsters. Ausnahmen sind möglich.
		  ° Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.
		  ° Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.
		  ° Kontakt mit dem Betreuuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.
		  ° Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.
		  ° Recherche, Auswahl der Informationen.
		  ° Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).
		  ° Feine Ablaufplanung: Detaillierung der Inhalte (Sinnvolle Gliederung, Inhaltlichen Fortgang visualisieren, Zum Thema immer wieder zurückkehren, Gedankensprünge vermeiden, Foliensprünge vermeiden, Layout für den roten Faden", Ringschluss zwischen Anfang und Ende schaffen).
		  ° Erstellten der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).
		  ° Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.
		  ° Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.
		  ° Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)
		  ° Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.
		  ° Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.
		  ° Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.
		  ° Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht).

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken,

		• erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema, • vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik, • erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren, • erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel Die Gesamtmodulnote errechnet sich aus der Vortragsleistung. Im Zuge des Hauptseminars ist ein Thema auszuarbeiten und in einem 20 minütigem Vortrag zu präsentieren. Für das Bestehen des Moduls sind zusätzlich 5 Vorträge anzuhören. Die möglichen Themen werden auf StudOn bereitgestellt. Die Vortragsdauer beträgt 20 Minuten mit anschließender 10 minütiger Diskussion.
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) Vortrag, 100%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 650143	**Systemprogrammierung Vertiefung** Advanced systems programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	**Inhalt**	• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) • Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme • Programmierung von Systemsoftware
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen • verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen • erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen • erlernen die Programmiersprache C • entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Die Prüfungsdauer beträgt 30 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 668129	**Machine Learning in Communications** Machine learning in communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Laura Cottatellucci
5	**Inhalt**	Recently, in many areas of wireless communications such as wireless sensor networks (WSNs), heterogeneous networks and complex ad hoc networks, distributed graph algorithms and machine learning on graphs are gaining relevance as fundamental tools in network analysis and information processing. This motivates to deliver a general introduction to fundamentals of machine learning such as detection of clusters on graphs. The introduction is followed by the application of machine learning to the design of physical and data layer techniques in wireless communications and in the optimization of mobile networks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • know and explain the fundamentals of machine learning with special attention to machine learning over graphs. • apply these principles in the design and optimisation of wireless communications systems and mobile networks.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.
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**	

1	**Modulbezeichnung** 687141	**Multiuser Information and Communications Theory** Multiuser information and communications theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich The examination is a 30-minute oral exam.
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** 767791	**Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing** Seminar innovation lab for wearable and ubiquitous computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum/Projekt: Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (4.0 SWS)	10 ECTS
3	Lehrende	Matthias Zürl Alzhraa Ibrahim Ann-Kristin Seifer Mohamad Wehbi Imrana Abdullahi Yari Johannes Link Michael Nissen Marlies Nitschke Prof. Dr. Björn Eskofier Misha Sadeghi Kai Klede Nils Roth Charlotte Pradel	

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

		the wearable and ubiquitous computing field. Participating students have open access to the Innovation Lab, which provides them with everything they need to develop their prototypes. The project ideas originate from cooperating companies or the students themselves. Besides the great practical experience gained during development, students also learn about entrepreneurship. There will be tutorials covering design thinking, market analysis, management of development processes, securing intellectual property, and business plan creation.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Ideation, Design Thinking • Patentrecherche, Marktanalysetechniken • Agile Entwicklungsmethoden (Scrum) • Prototyping • Sicherung geistigen Eigentums • Einführung in Entrepreneurship, Startup Finanzierung *Learning Goals and skills:* • Ideation, Design Thinking • Patent Research, Markt Analysis • Agile Development Methods (Scrum) • Prototyping • Securing Intellectual Property • Introduction to Entrepreneurship, Startup Financing
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Der Umfang der Leistung im Innovation Lab setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen (in Klammern ist der Anteil an der Gesamtnote angegeben): • Teampräsentation - 30 min (30%) • Abschlussvortrag - 10 min (10 %) • Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%) • Abschlussdokumentation/Report - ca. 3 - 6 Seiten pro Studierendem (20 %) The scope of the performance in the Innovation Lab is made up of four sub-areas (the proportion of the overall grade is stated in brackets): • Teampresentation - 30 min (30%) • Final lecture - 10 min (10 %) • Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%) • Report - ca. 3 - 6 pages per student (20 %)

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

1	**Modulbezeichnung** 779501	**Kommunikation in Technik-Wissenschaften** Communication in engineering sciences	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Das Modul wendet sich an Studierende aller Semester in allen Studiengängen technischer- bzw. MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) und soll helfen, Kommunikationsabläufe - insbesondere im fachlichen Umfeld - zu verstehen sowie dabei häufig vorkommende Fehler zu vermeiden. Im Studium ist dies wichtig bei • schriftlichen Ausarbeitungen wie Seminar- und Abschlußarbeiten, • mündlichen Darstellungen wie Vorträgen und Diskussionen sowie bei • Prüfungen - hier vor allem! Im Beruf - aber auch im Privatleben - ist eine gute Kommunikation mit Menschen aus der MINT- und vor allem der Nicht-MINT-Welt ebenfalls von entscheidender Bedeutung für erfolgreiches Handeln. Gliederung Das Modul vermittelt Kenntnisse und Fähigkeiten zu Kommunikationsabläufen im fachlichen Umfeld, im beruflichen Austausch mit Vertretern anderer Fachrichtungen und im allgemeinen zwischenmenschlichen Umgang. Dementsprechend überstreichen die folgenden Inhalte ein sehr weitgespanntes Spektrum von Themen. 0 Einführung Begriffe und Definitionen: Kommunikation zwischen Menschen in Abgrenzung zu anderen Bedeutungen, Technik und Technologie, Wissenschaftsbegriffe, Kriterien zur Abgrenzung, Pseudo-Wissenschaft 1 Physiologische Rahmenbedingungen: Sensorik des Menschen Sinne und Sinnesorgane, Eigenschaften 2 Kanäle für Kommunikation zwischen Menschen Bio-Physikalische Grundlagen, akustischer und optischer Kommunikationskanal, Entstehungsgeschichte der Zeichen. die Bedeutung von Sprache, Unterschied zwischen Kommunikation in Technik-Wissenschaften und allgemeiner Kommunikation 3 Sprachen in MINT-Fächern Begriffe, Fach- und Symbolsprachen, mathematischen Beziehungen, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, technischen Zeichnungen, Schaltpläne 4 Formen der Kommunikation in MINT-Fächern Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar, Bachelor-/Master-Arbeit, Promotionsverfahren, Habilitationsverfahren, Kolloquium, Kongress 5 Prüfungen gut vorbereiten und erfolgreich bestehen

		Ablauf und Vorbereitung mündlicher Prüfungen, Ablauf und Vorbereitung schriftlicher Prüfungen, allgemeine Vorbereitung auf einen Prüfungsabschnitt, Erwerb von Wissen und Können 6 Normung und Normen in der Technik Begriffe, Zuständigkeiten, Grundbegriffe bei Gleichungen: physikalische Größen große Zahlen, kleine Zahlen, Einheiten und Skalenpräfixe, relevante Normen finden, Beispiele 7 Kommunikation mit der Vergangenheit: Schrifttum und Recherche Formen wissenschaftlichen Schrifttums, richtiges Zitieren, Wege der Literaturrecherche, Sonderfall Patent-Recherche 8 Kommunikation mit der Zukunft: Protokolle und Patente Sammeln und Sichern von Arbeits-/Forschungsergebnissen, Umgang mit theoretischen und experimentellen Arbeitsergebnissen, Logistik, Fehler und Korrekturen, rechtliche Absicherung durch Patentieren 9 Publikationen erstellen: Texte Arten wissenschaftlicher Publikationen, Organisation von Herstellung und Inhalt, formale Regeln, angemessene Schreibstile, Beispiele 10 Publikationen erstellen: Graphik richtige Gestaltung, Herstellung von Photographien technischer Objekte, technische Zeichnungen, Herstellungsanweisungen, Schaltpläne der Elektrotechnik, Graphen von funktionalen Zusammenhängen, Beispiele 11 Vorträge von der Zuhörerschaft her planen Vortragscharaktere, Sprache, Niveau, Logistik, Technik, Zeitplanung 12 Vorträge inhaltlich aufbereiten inhaltliche Planung, Bildmaterial erstellen und aufbereiten, Sprechtext gliedern und formulieren, Sprechen und Projizieren 13 Vorträge gut präsentieren akustische Qualität des Sprechens, der Sprecher als Person, Technik der Bildpräsentation, Verkopplung von Sprechen und Projizieren, Beherrschung der Diskussion, Bewertung nach den sogenannten ABOS"-Kriterien 14 Publikationen und Vorträge prüfen Kommunikations-Fehler beim Planen/Reagieren, Sprechen/Hören, Zeichnen, Schreiben/Lesen, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden 15 Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt Inter-MINT-Kommunikation, Herausforderungen und Stil bei der Kommunikation mit der Nicht-MINT-Welt, aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen, Wort contra Graphik, Manipulative Information und Desinformation, Kritischer Verstand" bei der Beurteilung von Nachrichten, wie sieht die Nicht-MINT-Welt uns? 17 Grundkonzepte der Kommunikationspsychologie Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen, Kommunikation und Verhalten, Struktur in Kommunikationsabläufen: Interpunktion, nicht-sprachliche Ausdrucksmittel, Beziehungsformen, Störungen in der Kommunikation, Aspekte von Mitteilungen, explizite und implizite Botschaften, Kongruenz und Inkongruenz, Konstruktion beim Empfänger, Metakommunikation 18 Kommunikationsstile und Persönlichkeitstypen

		Intention von Kategorisierungen, Ansätze und Sichtweisen, Kommunikation und Persönlichkeit, Kommunikationsstile, belastende Kommunikationsmuster, Werkzeuge zur Analyse und Weiterentwicklung, Persönlichkeitstypen, Sicht auf sich selbst und die anderen, Nutzen und Risiken, Verhaltenshinweise 19 Interkulturelle Kommunikation Kulturbegriff, Anwendung des Kommunikationspsychologischen Werkzeugkoffers" aus Kap. 17 auf interkultureller Kommunikation, theoretisches Rüstzeug und praktische Hinweise
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden können Formen fachlicher Kommunikation nennen. • Sie kennen Ablauf und Besonderheiten mündlicher und schriftlicher Prüfungen im Studium. Verstehen • Die Studierenden können die Begriffe Kommunikation", Technik" und verschiedene Wissenschaftsbegriffe erläutern. • Sie können Formen wissenschaftlichen Schrifttums erläutern. Anwenden • Die Studierenden können Gleichungen und physikalische Größen normgerecht darstellen. • Sie können Gestaltungsregeln und Ausdrucksmittel für wissenschaftliche Publikationen in Seminar- und Abschlussarbeiten korrekt anwenden. Analysieren • Die Studierenden können Besonderheiten der Fachkommunikation gegenüber allgemeiner zwischenmenschlicher Kommunikation herausstellen. • Sie können Äußerungen hinsichtlich der Aspekte Inhalt, Beziehung, Appell und Selbstkundgabe analysieren. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abgrenzen. • Sie können Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zwischenmenschlicher Kommunikation bewerten. • Sie können theoretische und experimentelle Arbeits- und Forschungsergebnisse kritisch bewerten. Erschaffen (keine) Lern- bzw. Methodenkompetenz Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden: Die Studierenden können: • spezifische Lern- und Vorbereitungsstrategien für mündliche und schriftliche Prüfung anwenden • Bedeutung von Normung und Normen in der Technik wiedergeben • wissenschaftliche Quellen richtig zitieren • wissenschaftliches Schrifttum gezielt recherchieren

		• Arbeits- und Forschungsergebnisse protokollieren und sichern • Vorträge und Präsentationen anlaßgerecht planen, erstellen und präsentieren Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: Die Studierenden können: • naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen • manipulative Information und Kommunikation als solche erkennen, benennen und richtigstellen • Nachrichten und Aussagen mit kritischem Verstand beurteilen • Wahrnehmung der eigenen Fachwissenschaft und der eigenen Person als Vertreter derselben durch die "Nicht-MINT-Welt" richtig einschätzen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: Die Studierenden können: • Vorträge und Präsentationen im Hinblick auf die Zuhörerschaft planen • Präsentationstechniken hinsichtlich Aufmerksamkeitsführung, Blickkontakt zum Publikum, Qualität des optischen Materials und der akustischen Qualität bewerten • Kommunikations-Fehler bei Fachkommunikation, bei Gesprächen, Vorträgen und Diskussionen erkennen und vermeiden • zu Aussagen und Ergebnisse der eigenen Fachwissenschaft mit Nicht-Fachleuten geeignet kommunizieren und dabei aufklärende Kommunikation zu kontroversen Themen pflegen • Merkmale von Kommunikation zwischen Menschen wiedergeben und verstehen • Kommunikation als Verhalten bzw. Gesamtheit aus Sprach- und Zeichenkommunikation, paralinguistischen Ausdrucksweisen und nicht-sprachlichen Ausdrucksmitteln verstehen • Kommunikationsabläufen im Hinblick auf die Wahrnehmung durch die Beteiligten strukturieren • Hierarchiebeziehungen in Kommunikationssituationen erkennen, einordnen und damit umgehen • Störungen in Kommunikationsabläufen erkennen und ihnen begegnen, z.B. durch Metakommunikation • verschiedene Aspekte von Mitteilungen in der zwischenmenschlichen Kommunikation erkennen und geeignet reagieren • explizite und implizite Botschaften bei Kommunikationsvorgängen unterscheiden und hinsichtlich Kongruenz analysieren • mit Bewusstsein für die Konstruktion individueller Wirklichkeiten bei Kommunikationsabläufen agieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Schlüsselqualifikationen Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Prüfungsform: schriftlich (90 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**	zur Vorlesungsbegleitung (wird zur Verfügung gestellt): Hans H. Brand: Kommunikation in Technik-Wissenschaften: oder: Was Ingenieure - außer dem Fachlichen - sonst noch wissen müssten und können sollten; Shaker Verlag, Aachen, 2012; ISBN 978-3-8440-1356-6 zur weiteren Vertiefung: Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson: Pragmatics of Human Communication, A Study of Interactional Patterns, Pathology and Paradoxes; Mental Research Institute, Palo Alto, CA, USA, 1967; deutsch:; Menschliche Kommunikation - Formen, Störungen, Paradoxien; Hans Huber, Bern, Schweiz, 1969/2000/2003/2007

		Friedemann Schulz v. Thun: Miteinander Reden 1 - Störungen und Klärungen - Stile, Werte und Persönlichkeitsentwicklung 3 - Das Innere Team" und situationsgerechte Kommunikation Rowohlt Taschenbuch Verlag, Reinbek, 1: 1981, 2:1989, 3:1998

1	**Modulbezeichnung** 788996	**Speech Enhancement** Speech enhancement (oral examination)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Emanuël Habets
5	**Inhalt**	*Course 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. It 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**	Students • 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 both subjectively and objectively the performance of a speech enhancement system in terms of the speech quality and intelligibility.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 816185	**Body Area Communications** Body area communications	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 830631	**Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung** Structural optimization in virtual product development	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (4.0 SWS)	-
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Ralf Meske	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Ralf Meske
5	**Inhalt**	• Einführung in die Strukturoptimierung • Mathematische Grundlagen • Bestimmung von Systemantworten und Sensitivitäten • Optimierung mit Excel • Parameteroptimierung mit gradientenbasierten Algorithmen • Formoptimierung • Topologieoptimierung • Globale Approximationsmethoden • Globale Optimierungsalgorithmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • lernen die Grundlagen unterschiedlicher Optimierungsverfahren kennen • bekommen anhand aktueller Praxisbeispiele aus der Fahrzeug- und Motorenentwicklung Einblick in deren Anwendung Fachkompetenz Wissen • Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Methoden zur Strukturoptimierung im Rahmen der virtuellen Produktentwicklung. • Sie verstehen die mathematischen Grundlagen der unterschiedlichen Optimierungsverfahren. • Sie erkennen das wirtschaftliche Potential einer optimierungsbasierten Entwicklungsmethodik hinsichtlich Entwicklungszeit und Entwicklungskosten. Verstehen • Die Studierenden verstehen die Definition einer Optimierungsaufgabe mit Zielfunktion(en), Nebenbedingungen und Designvariablen. • Sie können Einschränkungen aus der Fertigung durch passende Fertigungsnebenbedingungen in der Optimierung berücksichtigen. • Sie verstehen die Möglichkeiten und Einschränkungen der unterschiedlichen Optimierungsverfahren. Anwenden • Im Rahmen der Rechnerübung lernen die Studierenden die Anwendung der Berechnungssoftware Abaqus und Optimierungssoftware TOSCA. • Die Studierenden können die Lerninhalte anhand klar formulierter Übungsaufgaben anwenden und nachvollziehen.

		• Sie können einfache Algorithmen in der Programmiersprache Python implementieren. Analysieren • Die Studierenden können für unterschiedliche Anwendungsfälle das jeweils am besten geeignete Optimierungsverfahren identifizieren und dessen Vorteile gegenüber anderen Verfahren benennen. • Sie können eine Abschätzung über die Anzahl an Funktionsauswertungen und der erwarteten Laufzeit des gewählten Verfahrens treffen. • Sie können beurteilen, wann eine Optimierungslösung Vorteile gegenüber einer ingenieurmäßigen Verbesserung bringt. • Sie wissen, wie ein Optimierungsergebnis in ein fertigungsgerechtes Design umgesetzt werden kann. Evaluieren (Beurteilen) • Die Studierenden können die Ergebnisse verschiedener Optimierungsverfahren kritisch vergleichen, den Einfluss der gewählten Optimierungsstrategie beurteilen und qualifizierte Aussagen über die Güte des Ergebnis und seiner Realisierbarkeit machen. Erschaffen • Die Studierenden sind in der Lage, die ihnen bekannten Verfahren für neue Probleme zu adaptieren und zu erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 830631) Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet
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**	• L. Harzheim. Strukturoptimierung: Grundlagen und Anwendungen. Harri Deutsch 2014 • M. P. Bendsoe, O. Sigmund. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer 2002 • K.-J. Bathe. Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001

1	**Modulbezeichnung** 837601	**Mikromechanik** Micromechanics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. Prof. Dr. Julia Mergheim
5	**Inhalt**	• Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik • Elastizität • mean-field approaches und variational bounding methods • numerische Homogenisierung • FE^2 Methode • weitere Multiskalen-Methoden
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Mikromechanik • können analytische Homogenisierungsmethoden einsetzen • kennen geeignete Homogenisierungsverfahren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich • Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601) • Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet
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**	

1	**Modulbezeichnung** 838659	**Introduction to the Finite Element Method** Introduction to the finite element method (TAF Solid mechanics and dynamics)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Introduction to the Finite Element Method - Tutorial (2.0 SWS) Vorlesung: Introduction to the Finite Element Method (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Sebastian Pfaller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Sebastian Pfaller
5	**Inhalt**	• Einführung in die Finite Elemente Methode • Anwendung der Finiten Elemente Methode bei der Modellierung von Stabwerken • Anwendung der Finiten Elemente Methode bei der Modellierung von Balkenstrukturen • Finite Elemente Methode bei Wärmeleitung • Finite Elemente Methode in der Elastizität • Finite Elemente Methode in der Elektrostatik *Contents* • Basic concept of the finite element method • Application of the finite element method for the analysis of trusses • Application of the finite element method for the analysis of frames and structures • Finite elements in heat transfer • Finite elements in elasticity • Finite elements in electrostatics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden - sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode - können lineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren - können lineare Wärmeleitungsprobleme modellieren - kennen das isoparametrische Konzept - kennen Verfahren zur numerischen Integration - können ein gegebenes Problem mit Finiten Elementen diskretisieren - können für eine gegebene Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen *Objectives* The students • are familiar with the basic concept of the finite element method • are able to model linear problems in elasticity • are able to model linear problems in heat transfer • are familiar with the isoparametric concept • know different methods for numerical integration • know how to discretize and solve problems in continuum mechanics

		• can derive weak and discrete representations of boundary value problems
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 856328	**Technologie-Startup-Seminar** Seminar: Technology startup	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Technologie-Startup-Seminar (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Klara Feile Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack Dr.-Ing. Stefan Götz Christoph Bode	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	**Inhalt**	Gegenstand sind Fragestellungen der Kommerzialisierung von technologieorientierten Geschäftsideen und deren anwendungsorientierte Umsetzung über Unternehmens-gründungen. In Absprache mit den Dozenten und unter Anleitung fachkundiger Experten entwickeln Studierende gemeinsam mit Doktoranden und Postdocs tragfähige Geschäftskonzepte für eine (eigene) technische Geschäftsidee und holen ein erstes Kundenfeedback zu dieser ein. In Arbeitsgruppen bearbeiten die Seminarteilnehmer/innen wichtige gründungsrelevante Fragestellungen. Die einzelnen Präsenztermine setzen sich aus Theorie- und Praxisphasen zusammen. Insbesondere werden folgende The-men besprochen: Bewertung einer Geschäftsidee, Geschäftsmodell, Business-Pitch, Kooperationen/ Allianzen, Gründungsteam, Internationalisierung/Skalierung, Finan-zierung/Förderung und Businessplan. Die Informationen zu den unterschiedlichen Themenschwerpunkten werden eigenständig anhand geeigneter Dokumenten-/ Internet-recherche und empirischer Erhebungen gesammelt, bewertet und interpretiert. Der Aufbau des Technologie-Startup Seminars bedingt, dass die Studierenden fachliche Entwicklungen anderer Kommilitonen anleiten und vorausschauend mit Problemen im Team umgehen, Ziele für eigene Lern- und Arbeitsprozesse definieren, reflektieren und bewerten sowie wertschätzendes Feedback auf die Zwischenpräsentationen der anderen Seminarteilnehmer geben. Durch eine abschließende Präsentation und die Bewertung durch eine Fachjury erhalten die Studierenden zusätzliches externes Feedback zu ihrem Projekt und schulen ihre Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	In Arbeitsgruppen bearbeiten die Seminarteilnehmer/innen wichtige gründungsrelevante Fragestellungen. Die einzel-nen Präsenztermine setzen sich aus Theorie- und Praxis-phasen zusammen. Insbesondere werden folgende The-men besprochen: Bewertung einer Geschäftsidee, Ge-schäftsmodell, Business-Pitch, Kooperationen/Allianzen, Gründungsteam, Internationalisierung/ Skalierung, Finan-zierung/Förderung und Businessplan. Die Informationen zu den unterschiedlichen Themenschwerpunkten werden eigenständig anhand geeigneter Dokumenten-/ Internet-recherche und empirischer Erhebungen gesammelt, be-wertet und interpretiert. Der Aufbau des Technologie-Startup Seminars bedingt, dass die Studierenden fachliche Entwicklungen anderer Kommilitonen anleiten und vorausschauend mit Problemen im Team umgehen, Ziele für

		eigene Lern- und Ar-beitsprozesse definieren, reflektieren und bewerten sowie wertschätzendes Feedback auf die Zwischenpräsentatio-nen der anderen Seminarteilnehmer geben. Durch eine abschließende Präsentation und die Bewertung durch eine Fachjury erhalten die Studierenden zusätzliches externes Feedback zu ihrem Projekt und schulen ihre Kommunika-tions- und Präsentationsfähigkeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Die Prüfungsleistung zum Modul Technologie-Startup-Seminar besteht aus zwei Teilen: • Abschlussbericht (ca. 2 DIN A4 Seiten) • Vortrag (ca. 15 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%) • Abschlussbericht: 30 % • Vortrag: 70 %
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 25 h Eigenstudium: 50 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 861589	**Umformverfahren und Prozesstechnologien** Forming and process technologies	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein
5	**Inhalt**	Es werden aufbauend auf die im Modul Umformtechnik" behandelten Grundlagen verschiedene Umformverfahren und Prozesstechnologien vertieft. Im Vordergrund stehen Fragestellungen zur Verarbeitung moderner Leichtbaumaterialien, wie hochfeste Stahl-, Aluminium- und Titanwerkstoffe, aber auch Prozesstechnologien wie Tailored Blanks oder Presshärten. Darüber hinaus werden verschiedene Aspekte der numerischen Prozessauslegung sowie aktuelle Trends aus Forschung und Entwicklung, wie beispielsweise Rapid Manufacturing, angesprochen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Wissen • ° Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen. Evaluieren Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten. Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h

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

1	**Modulbezeichnung** 894856	**Künstliche Intelligenz I** Artificial intelligence I	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Kohlhase
5	**Inhalt**	Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit. --- This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen. - Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben). - Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen. Sozialkompetenz - Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen *Inhalt*: - Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz - Logisches Programmieren in Prolog - Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung - Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche - Constraint Solving/Propagation - Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation - Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_ - Classisches Planen - Planen und Agieren in der wirklichen Welt. --- Technical, Learning, and Method Competencies - Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI. - Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks). - Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better. - Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).

		Contents: Foundations of symbolic AI, in particular: - Agent Models as foundation of AI - Logic Programming in Prolog - Heuristic Search as a methdod for problem solving - Adversarial Search (automating board games) via heuristic search - Constraint Solving/Propagation - Logical Languages for knowledge representation - Inference and automated theorem proving - Classical Planning - Planning and Acting in the real world.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Portfolio (90 Minuten) Es werden 8-12 Übungsaufgaben gestellt, in denen Bonuspunkte gesammelt werden können. Für das Bestehen des Moduls muss nur die 90-minütige schriftliche Klausur bestanden werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Portfolio (100%) Die Note ergibt sich hauptsächlich aus der 90-minütigen schriftlichen Klausur. Bei Bestehen der Klausur kann die Note um bis zu 10% durch Punkte aus den Übungsaufgaben aufgebessert werden.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009. Deutsche Ausgabe: Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.

1	**Modulbezeichnung** 988980	**Laser in der Medizintechnik** Lasers in medical engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mathias Glasmacher
5	**Inhalt**	• Einleitung mit Überblick Medizintechnik und Einführung in die Grundsätzliche Eigenschaften der Laserstrahlung • Systemtechnik, Strahlführung und Strahlformung von medizinischen Lasersystemen • Wechselwirkung Laserstrahlung Gewebe • Anwendungen des Lasers in der Medizin • Zulassungsverfahren / Klinische Studien
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Lernenden können den Aufbau und die Funktion für die Medizin und Medizintechnik relevanter Licht- und Laserstrahlquellen erläutern. • Die Lernenden können die besonderen Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik erläutern. • Die Lernenden können Anwendungen des Lasers in der Medizin mit Schwerpunkt auf die Ophthalmologie darstellen. • Die Lernenden können Lösungsansätzen für medizinische Aufgabenstellungen im Bereich der Lasertechnik erarbeiten. • Die Lernenden können die Vorteile der Lasertechnik bei der Lösung medizinischer Problemstellungen erklären. • Die Lernenden können die Besonderheiten der Laserstrahlwechselwirkung mit Gewebe erläutern. • Die Lernenden können die Problematik der Zulassung medizinischer Laseranlagen und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung erläutern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20
11	**Berechnung der Modulnote**	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**	

1	**Modulbezeichnung** 998986	**Höhere Festigkeitslehre** Advanced strength of materials	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Sebastian Pfaller
5	**Inhalt**	Torsion prismatischer Stäbe • Torsion von Vollquerschnitten • Torsion dünnwandiger Querschnitte • wölbbehinderte Torsion (Grundlagen und Näherungslösung) Axialsymmetrische Spannungszustände • Scheiben (Grundlagen und Schrumpfverbindungen) • Kreisplatte • biegesteife Zylinderschale unter Innendruck Inelastisches Materialverhalten • Grundbegriffe und Analogiemodelle • plastisches Verhalten metallischer Werkstoffe • plastische Stabwerke, elastisch-plastischer Balken, plastisches Stoffgesetz für duktiles Material bei mehrachsigem Spannungszustand
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • sind vertraut mit den weiterführenden Begriffen der höheren Festigkeitslehre • können die Torsion komplizierter Querschnitte inklusive Wölbbehinderung behandeln • können axialsymmetrische Spannungszustände von Scheiben, Platten und Kreiszylinderschalen berechnen • kennen die Grundbegriffe inelastischen Materialverhaltens und können diese anwenden auf plastische Stabwerke und elastisch-plastische Balken
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Das vorliegende Modul baut auf Inhalten des Moduls "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" auf. Es wird daher empfohlen, das Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" oder Lehrveranstaltungen vergleichbaren Inhaltes vorab zu absolvieren. Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter https://www.studon.fau.de/cat5282.html einzuschreiben. Der Beitritt ist nicht, wie sonst üblich, passwortgeschützt, sondern erfolgt nach Bestätigung durch den Dozenten. Dies geschieht mitunter nicht umgehend, aber rechtzeitig vor dem ersten Termin. Wir bitten um Ihr Verständnis.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Höhere Festigkeitslehre (Prüfungsnummer: 998986) Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet Prüfungssprache: Deutsch
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**	• Szabo: Höhere Technische Mechanik, Berlin:Springer 1977 • Neuber: Technische Mechanik, Zweiter Teil: Elastostatik und Festigkeitslehre, Berlin:Springer 1971 • Lippmann: Mechanik des plastischen Fließens, Berlin:Springer 1981

1	**Modulbezeichnung** 96314	**Virtual Vision** Virtual vision	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	
16	**Literaturhinweise**	Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben. References for further reading will be given in the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 97128	**Projektwoche Operational Excellence** Operational excellence project week	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Kurs: Projektwoche Operational Excellence Die Anwesenheit während der halb-tägigen Methodenschulung sowie der Projektwoche selbst ist zwingend erforderlich.	2,5 ECTS
3	Lehrende	Tobias Schrage Marvin Schobert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Im Rahmen einer einwöchigen studentischen Projektwoche bei einem mittelständischen Unternehmen in der Metropolregion besteht die Möglichkeit, wertvolle Erfahrungen im Projektgeschäft, der schnellen Analytik sowie der kreativen Lösungsfindung zu erhalten. Dies ermöglicht die praktische Erprobung des theoretisch gelernten Wissens und gibt zugleich einen Einblick in die Tätigkeiten der Unternehmensberatung und Produktionsoptimierung. Das Modul beinhaltet einen halbtägigen Kick-Off inklusive Methodenschulung, die Projektwoche selbst in Vollzeit sowie die Anfertigung einer kummulativen Ergebnisdokumentation. Aufgrund der wenigen, verfügbaren Plätze dieses Moduls ist eine Bewerbung mit Lebenslauf vorteilhaft. In der Projektwoche wird eine Auswahl an Methoden zur Analyse und Methoden praktisch angewandt (im Folgenden sind nur Beispiele aufgezählt, die Methoden können je nach Aufgabenstellung auch variieren): Methoden zur Analyse: • Lean Production Prinzip (Toyota-Produktionssystem) • Wertstromanalysen • Produktportfolioanalysen • Material- und Informationsflussanalyse • Identifikation von Wertschöpfung und Verschwendungen (Muda) • OEE-Analysen zur Nutzungsgradsteigerung • Geschäftsprozessmodellierung- und Analyse • Geschäftsmodellanalyse (Business Model Canvas) • IT-System-Betrachtung (Daten, Schnittstellen, Workflows) • … Methoden für Optimierungskonzepte: • Konzeption des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses (KVP, Kaizen) • Kanban zur autonomen Materialsteuerung nach dem Pull-Prinzip • Fabriklayoutplanung • Arbeitsplatzoptimierung • Prozesssynchronisation als Grundlage für Kapazitätsauslastung

		• Visuelles Management als Steuerungs- und Führungsinstrument • Bedarfsglättung als Grundlage für stabile Prozesse • Geschäftsprozesskonzeptionierung und -optimierung • Auslegung schlanker, durchgängiger IT-Workflows und -Systeme • …
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach erfolgreichem Besuch der Lehrveranstaltung sollen die Studenten in der Lage sein: • Lean Prinzipien in ihrem Kontext zu verstehen und zu beurteilen, • die dazu geeigneten Methoden und Werkzeuge auszuwählen, anzuwenden und zu bewerten, • in kurzer Zeit komplexe Aufgabenstellungen sinnvoll begreifen und unterteilen zu können, • sich kompetent im Team einzubringen und SCRUM grundlegend anwenden zu können, • einfache Projekte zur Optimierung von Produktion und Logistik anhand des Gelernten im Team durchführen zu können
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Hilfreich ist der Besuch einer oder mehrerer der folgenden Vorveranstaltungen: Produktionssystematik, Handhabung- und Montagetechnik, Produktionstechnik, Integrated Production Systems (Lean Management) (IPS), Betriebswirtschaft für Ingenieure
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 1 Woche Eigenstudium: 1 Woche
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97329	**Robust Design und Toleranzmanagement** Robust design and tolerance management	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Robust Design und Toleranzmanagement (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Stefan Götz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Stefan Götz
5	**Inhalt**	Einführung: • Motivation Toleranzmanagement • Abgrenzung Toleranzmanagement - Robust Design • Begriffseinordung Robust Design • Grundlagen, Einteilung, Strukturierung • Konzeptuelles Robust Design - System Design • Gestaltungsprinzipien • Grundlagen der Versuchsplanung • Parameter Design • Tolerance Design Toleranzmanagement • Grundlagen, Begriffsdefinition, zeitliche Verortung der Aktivitäten • Toleranzspezifikation • Normung ISO GPS • Toleranzanalyse • Toleranzsynthese und -optimierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Kennen die Begriffe im Umfeld des Toleranzmanagements und Verstehen dessen Bedeutung • Verstehen die Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Toleranzmanagement, Robust Design und Qualitätsmanagement und können selbstständig geeignete Methoden auswählen • Kennen die Prinzipien des Robust System Design und können diese zielgerichtet anwenden, um die Robustheit zu verbessern • Verstehen die Prozesse zur Toleranzspezifikation, kennen die zugehörigen Normen und können diese sicher anwenden • Können auch bei komplexen Bauteilen selbstständig ein neues Tolerierungskonzept entwickeln • Kennen verschiedene Möglichkeiten der Toleranzanalyse, können diese zielgerichtet wählen und selbstständig umsetzen • Können tolerierte Baugruppen analysieren bzw. virtuell absichern, die Ergebnisse interpretieren und bei der Toleranzsynthese berücksichtigen • Kennen die Möglichkeiten der Toleranzsynthese und -optimierung und können selbstständig geeignete Toleranzen erarbeiten

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 92010	**Technische Thermodynamik** Technical thermodynamics	**7,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Thermodynamik (4.0 SWS) Übung: Technische Thermodynamik Übung (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing Tim Russwurm Bastian Rüppel Katharina Braun	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Die Lehrveranstaltung beginnt mit einer Einführung in die Grundbegriffe der Technischen Thermodynamik (u.a. Systeme, Zustandsgrößen und -änderungen, thermische und kalorische Zustandsgleichungen, kinetische Gastheorie). Die Energiebilanzierung bzw. die Anwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik erfolgt für verschiedene Systeme sowie explizit für Zustandsänderungen idealer Gase. Mit Hilfe des 2. Hauptsatzes und der Einführung der Entropie sowie des Konzeptes von Exergie und Anergie werden die Grenzen der Umwandlung verschiedener Energieformen besprochen. Die thermodynamischen Eigenschaften reiner Fluide werden in Form von Fundamentalgleichungen sowie Zustandsgleichungen, -diagrammen und -tafeln diskutiert. Neben der grundlegenden Betrachtung von Kreisprozessen anhand der Hauptsätze werden konkrete Beispiele für Wärmekraftmaschinen (z.B. der Clausius-Rankine-Prozess für Dampfkraftwerksprozesse oder der Otto- und der Diesel-Prozess für innermotorische Verbrennungsprozesse) sowie arbeitsverbrauchende Kreisprozesse wie Kältemaschinen und Wärmepumpen behandelt. Nach einer Einführung in die Thermodynamik von Stoffgemischen werden die Zustandseigenschaften feuchter Luft besprochen. Mit Hilfe der Betrachtung verschiedener Prozesse mit feuchter Luft erfolgt eine Einführung in die Klimatechnik. Das Thema Reaktionsprozesse soll als allgemeine Einführung in die thermodynamische Behandlung von Systemen dienen, in denen chemische Reaktionen stattfinden. Schwerpunkte der energetischen Betrachtung bilden Verbrennungsprozessen mit der Berechnung der freigesetzten Wärme sowie die Verbrennungstemperatur. Zusätzlich werden weitere Reaktionssysteme wie Brennstoffzellen und die Effizienz von Reaktionssystemen betrachtet. Bei Strömungsprozessen sollen insbesondere kompressible Medien und somit auch Hochgeschwindigkeitsströmungen betrachtet werden, bei denen strömungsmechanische und thermodynamische Vorgänge stets miteinander verknüpft ablaufen. Hier werden neben den Grundgleichungen zur Modellierung von entsprechenden Strömungen und Zustandsänderungen spezielle Anwendungen von Düse und Diffusor diskutiert, z.B. in den Bereichen der Antriebs- und Kältetechnik.

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Begriffe und Grundlagen der Technischen Thermodynamik • stellen energetische und exergetische Bilanzen auf • wenden thermodynamische Methodik für die Berechnung der Zustandseigenschaften sowie von Zustandsänderungen reiner Fluide an • berechnen relevante thermodynamische Prozesse (Kreisprozesse sowie weitere Prozesse der Klima-, Verbrennungs- und Strömungstechnik), bewerten diese anhand charakteristischer Kennzahlen und bewerten entsprechende Verbesserungspotentiale
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 90 h Eigenstudium: 135 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript • A. Leipertz, Technische Thermodynamik • H.D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik

1	**Modulbezeichnung** 95880	**Technische Thermodynamik** Technical thermodynamics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technische Thermodynamik (4.0 SWS) Übung: Technische Thermodynamik Übung (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing Dr.-Ing. Sebastian Rieß Bastian Rüppel Tim Russwurm Katharina Braun	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Sebastian Rieß Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing
5	**Inhalt**	Die Lehrveranstaltung beginnt mit einer Einführung in die Grundbegriffe der Technischen Thermodynamik (u.a. Systeme, Zustandsgrößen und -änderungen, thermische und kalorische Zustandsgleichungen, kinetische Gastheorie). Die Energiebilanzierung bzw. die Anwendung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik erfolgt für verschiedene Systeme sowie explizit für Zustandsänderungen idealer Gase. Mit Hilfe des 2. Hauptsatzes und der Einführung der Entropie sowie des Konzeptes von Exergie und Anergie werden die Grenzen der Umwandlung verschiedener Energieformen besprochen. Die thermodynamischen Eigenschaften reiner Fluide werden in Form von Fundamentalgleichungen sowie Zustandsgleichungen, -diagrammen und -tafeln diskutiert. Neben der grundlegenden Betrachtung von Kreisprozessen anhand der Hauptsätze werden konkrete Beispiele für Wärmekraftmaschinen (z.B. der Clausius-Rankine-Prozess für Dampfkraftwerksprozesse oder der Otto- und der Diesel-Prozess für innermotorische Verbrennungsprozesse) sowie arbeitsverbrauchende Kreisprozesse wie Kältemaschinen und Wärmepumpen behandelt. Nach einer Einführung in die Thermodynamik von Stoffgemischen werden die Zustandseigenschaften feuchter Luft besprochen. Mit Hilfe der Betrachtung verschiedener Prozesse mit feuchter Luft erfolgt eine Einführung in die Klimatechnik.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • kennen die Begriffe und Grundlagen der Technischen Thermodynamik • stellen energetische und exergetische Bilanzen auf • wenden thermodynamische Methodik für die Berechnung der Zustandseigenschaften sowie von Zustandsänderungen reiner Fluide an • berechnen relevante thermodynamische Prozesse (Kreisprozesse sowie Prozesse der Klimatechnik), bewerten diese anhand charakteristischer Kennzahlen und bewerten entsprechende Verbesserungspotentiale
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	• Vorlesungsskript • A. Leipertz, Technische Thermodynamik • H.D. Baehr, S. Kabelac, Thermodynamik

1	**Modulbezeichnung** 93180	**Systemprogrammierung** System programming	**10 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R04 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R06, Felix Windsheimer & Stefan Schmitt (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R12 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R14 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R09 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP1-R03 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP1-R08 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R15 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R13, Kevin Kollenda (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R02, Christian Halder (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R11 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R11 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R06 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R07, Julian Zboril (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R08, Ferdinand Schober (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R04, Felix Windsheimer & Philip Kaludercic (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1 Rechnerübung Sommersemester 2024 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R03 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R01 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R12, Philip Kaludercic (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R10, Johannes Konrad (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R10 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP1-R05 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP-RÜ R05, Felix Windsheimer (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R07 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-

		Übung: SP-RÜ R09 (2.0 SWS, WiSe 2024)	-
		Übung: SP1-R02 (2.0 SWS, SoSe 2024)	-
		Übung: SP1-T19 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T07 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T10 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T17 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T15 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T14 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T02 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T08 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T20 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T12 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-Tutorenbesprechung (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T06 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T11 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1 Tafelübung Sommersemester 2024 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T16 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T09 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T04 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T21 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T05 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T18 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T13 (unbesetzt) (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T03 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
		Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2.0 SWS, SoSe 2024)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Luis Gerhorst Maximilian Ott Thomas Preisner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat

5	**Inhalt**	• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) • Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme • Programmierung von Systemsoftware • C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen • verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen • erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen • erlernen die Programmiersprache C • entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 180 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

1	**Modulbezeichnung** 93181	**Grundlagen der Systemprogrammierung** Foundations of system programming	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: SP1-R07 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R05 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R09 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R10 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R04 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R08 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R11 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1 Rechnerübung Sommersemester 2024 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R03 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R12 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R06 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-R02 (2.0 SWS)	-
		Übung: SP1-T07 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T21 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T15 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T13 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T12 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T18 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T17 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T08 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T16 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T11 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T20 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T04 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1 Tafelübung Sommersemester 2024 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T19 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T10 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T03 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T09 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T02 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T14 (unbesetzt) (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SP1-T06 (2.0 SWS)	2,5 ECTS

		Übung: SP1-T05 (2.0 SWS) Übung: SP1-Tutorenbesprechung (2.0 SWS) Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Luis Gerhorst Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder Thomas Preisner Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat
5	**Inhalt**	• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation) • Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme • Programmierung von Systemsoftware • C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen • verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen • erlernen die Programmiersprache C • entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufschnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008

1	**Modulbezeichnung** 528791	**Kunststoffcharakterisierung und -analytik** Characterization and analysis of plastics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kunststoffcharakterisierung und -analytik (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Die Vorlesung Kunststoffcharakterisierung und -analytik behandelt die verschiedenen Verfahren zur Analyse und Charakterisierung von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen. Nach einer Einführung werden die Charakterisierungsmethoden für die verschiedenen Eigenschaftsspektren von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen erläutert. Diese sind insbesondere: • Rheologisches Verhalten • Mechanisches Verhalten • Thermisches Verhalten • Elektrisches Verhalten • Optisches Verhalten • Verhalten gegen Umwelteinflüsse • Prüfverfahren für Schaumstoffe • Prüfverfahren für Duroplaste Die Vorlesung schließt mit je einer Einheit zur Computertomographie und zur Mikroskopie. Diese Techniken werden unter besonderer Berücksichtigung der Analyse von Kunststoffen und Kunststoffbauteilen erläutert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden* Die Studierenden • kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik. • kennen und verstehen geeignete Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen. • verstehen und erläutern behandelte Mess- und Analyseverfahren. *Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren* Die Studierenden • bewerten und klassifizieren geeignete Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario. • benennen und beurteilen auftretende Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile. • können eine bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen anfertigen. • ermitteln eine begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Ehrenstein, G.W.; Pongratz, S.: Beständigkeit von Kunststoffen;Carl Hanser Verlag, München 2004 Ehrenstein, G.W.; Riedel, G.; Trawiel, P.: Praxis der Thermischen Analyse von Kunststoffen; 2. Aufl. Carl Hanser Verlag, München 2003

1	**Modulbezeichnung** 46910	**Kunststoff- Fertigungstechnik** Polymer production technology	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Die Vorlesung Kunststoff-Fertigungstechnik stellt die Technik zur Fertigung von Kunststoff-Bauteilen und die dafür benötigte Anlagen- und Werkzeugtechnik vor. Dabei wird auch auf die Sensorik, Regelung und Steuerung in Fertigungsprozessen eigegangen. Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt: • Maschinen- und Anlagentechnik, Peripherie • Aufbereitung und Compoundierung von Thermo- und Duroplasten • Verarbeitungsverfahren (Extrusion, Spritzgießen, reagierende Formmassen) • Weiterverarbeitungsverfahren • Werkzeugtechnik: Auslegung und Bauformen (Spritzgießwerkzeuge und Extrusionswerkzeuge) • Regeln und Steuern in der Kunststoffverarbeitung • Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden* Die Studierenden • kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoff-Fertigungstechnik. • kennen die zur Fertigung benötigten Maschinen und Anlagen, inkl. Peripherie wie Kühlgeräte, Mischer, Trockner und Handhabungsgeräte. • können die Werkzeugtechnik mit Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente erläutern. • können Spritzgießwerkzeuge mit verschiedenen Werkzeugsystemen, Normalien, Oberflächen, Angussarten (Kalt- und Heißkanal), Entlüftung und Einsätzen erläutern. • verstehen werkzeugbezogene Fertigungsprobleme (bspw. Werkezugdeformation, Überspritzen, Brenner), deren Folgen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen. • kennen Extrusionswerkzeuge und deren Bauformen. *Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren* Die Studierenden • können ein Werkzeugkonzept für ein gegebenes Bauteil erstellen. • können benötigte Maschinen und Anlagen zur Fertigung eines Kunststoffprodukts auswählen und evaluieren. • bewerten bestehende Werkzeuge hinsichtlich Funktion und Bauweise.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95260	**Kunststoffverarbeitung** Polymer processing	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Kunststoffverarbeitung (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Das Modul Kunststoffverarbeitung führt aufbauend auf das Modul Werkstoffkunde in die Verarbeitung von Kunststoffen ein. Zum Verständnis werden eingangs wiederholend die besonderen Eigenschaften von Polymerschmelzen erklärt und die Schritte der Aufbereitung vom Rohgranulat zum verarbeitungsfähigen Kunststoff erläutert. Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt: • Extrusion • Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik • Pressen • Warmumformen • Schäumen • Herstellung von Hohlkörpern • Additive Fertigung Hier wird neben der Verfahrenstechnologie und den dafür benötigten Anlagen auch auf die Besonderheiten der Verfahren eingegangen sowie jeweils Kunststoffbauteile aus der Praxis vorgestellt. Abschließend werden die Verbindungstechnik bei Kunststoffen und das Veredeln von Kunststoffbauteilen erläutert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden* Die Studierenden • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung. • Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden. • Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung. • Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden. • Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern. • Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen. *Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren* Die Studierenden • Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren.

		• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch. • Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile. • Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Michaeli,W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag 2004 Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011 Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004 Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001

1	**Modulbezeichnung** 669700	**Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte** Introduction to patent law and related rights	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Mooser Benedict Rothammer Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 64620	**Numerik I für Ingenieure** Numerics for engineers I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Übungen zur Numerik I für Ingenieure (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr. Michael Fried	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Michael Fried apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz
5	**Inhalt**	• Elementare Numerik: Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen,Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg • Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen • verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme • verschiedene Methoden zu beurteilen • Interpolationstechniken und Güte der Approximation • grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher • grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen • Beurteilung dieser Methoden und Verfahren • algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Kurse Mathematik für Ingenieure I, II und III
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Skripte des Dozenten

		• H.-R. Schwarz, N. Köckler: |Numerische Mathematik|, Teubner

1	**Modulbezeichnung** 92545	**Selected topics in vehicle electrification** Selected topics of vehicle electrification	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Selected Topics in Vehicle Electrification (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Maximilian Hofmann Prof. Dr. Martin März	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin März
5	**Inhalt**	• Elektronen- und Kernspin, Spinmanipulation und Elektronenfallen • Informationsdarstellung und -verarbeitung mittels des magnetischen Moments von Elektronen • Spinor-Wellenfunktionen und das Verschränken („Entanglement“) von Quantenzuständen • Q-Bits und Q-Gatter; Quantenalgorithmen (Shor-Algorithmus) • Emulation von Quantenalgorithmen auf von-Neumann-Architekturen • IBM-Konzept eines Quantencomputers basierend auf organischen Molekülen • Silizium-Germanium-basierte Heterostrukturen für das „Quantum Computation“
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden besitzen die Kenntnis und das Verständnis des Spins von Elektronen, kennen technologische Möglichkeiten zur Spinmanipulation, -injektion, -extraktion und -detektion und kennen und verstehen den Aufbau und die prinzipielle Funktionsweise quantenmechanischer Bauelemente, die auf ferromagnetischen Materialeigenschaften beruhen. Darüber hinaus haben sie Kenntnis und Verständnis von der Darstellung und Verarbeitung von Q-Bits, der technologischen Realisierung von Q-Bits, kennen das RSA-Verschlüsselungsverfahren und können es anwenden und kennen den Shor-Algorithmus.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen werden Kenntnisse wie sie z.B. in *Halbleiterbauelemente* vermittelt werden sowie Kenntnisse aus *Halbleitertechnik I – Bipolartechnik (HL I)*. Das Modul wird u.a. als Vertiefungsmodul der Studierichtung Mikroelektronik (EEI) angeboten. Die Vorlesung wird jeweils im Sommersemeter (ab SS23) angeboten.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)

12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97324	**Qualitymanagement 1**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	• Introduction and terms • Basic tools of quality management • Advanced tools of quality management • Quality management in product planning (QFD) • Quality management in development and design (DR, FTA, ETA, FMEA) • Test methodology • Machine and process capability, quality control charts • Reliability techniques • Quality management system - structure and introduction • Basic tools of QM • QFD and FMEA • Test Methodology • SPC
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Knowledge:** • State the motivation, objectives, principles, and strategies of process-oriented quality management. **Understand:** • present the tools, techniques and methods of quality management along the product life cycle • describe the reliability of systems • Present the structure and implementation of quality management systems **Apply:** • apply the basic quality methods, techniques, and tools to a different problem • Describe processes using statistical process control (SPC), quality control charts, and process capability indices. **Analyze:** • analyze problems using quality methods, techniques, and tools • Apply statistical experimental designs to practical problems and interpret factor relationships and influences from results **Evaluate:** • Interpret statistical analyses and test new problems for statistical anomalies
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 6.2 Qualitätsmanagement Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Language of the examination is english
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97325	**Quality Management 2** Qualitymanagement 2	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Qualitymanagement 2	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte
5	**Inhalt**	Quality management system - auditing and certification • Total Quality Management and EFQM Model • Training and motivation • Continuous improvement programs and benchmarking • Problem solving techniques and quality circles • Quality assessment • Quality and Cost-Effectiveness • Six Sigma • Quality management for medical devices • Quality Assessment • Quality-Related Costs and Cost-Effectiveness
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Knowledge:** • Reflect motivation, objectives, principles and strategies of process-oriented quality management. **Understand:** • Illustrate knowledge of quality management as a cross-company and cross-product lifecycle strategy. • Illustrate requirements, structure, implementation, and auditing and certification of quality management systems **Apply:** • Execute business excellence using Total Quality Management (TQM), business assessment models such as EFQM, and continuous improvement processes in the enterprise. • Demonstrate the cost effectiveness of quality improvement activities • Describe the Six Sigma methodology and relate it to the quality improvement context **Analyze:** • Identify bases for action with respect to training, motivation, and organizational improvement **Evaluate:** • Evaluate quality using established procedures.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 6.2 Qualitätsmanagement Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Language of the examination is english
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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

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

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

		Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze; • kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement; • verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse; • beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und • entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	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** 43911	**Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen** Modelling and simulation of circuits and systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Ohne Simulation ist weder der Entwurf (mikro-)elektronischer Bauteile und Schaltungen denkbar, noch der von technischen Systemen, die solche Schaltungen und zusätzlich z.B. mechanische Komponenten enthalten. In Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden zu entwerfende Systeme daher auf verschiedenen Abstraktionsebenen simuliert. Dazu müssen sie geeignet modelliert sein, so daß die Simulation mittels numerischer Algorithmen rasch und genau erfolgen kann. Gliederung Die Vorlesung umfaßt Modellierungsansätze und Simulationsalgorithmen für elektronische Bauteile, hochfrequenztechnische Anordnungen, analoge elektrische Schaltkreise, digitale und gemischt analog-digitale Schaltungen sowie Systeme gemischter, also nicht rein elektrischer Natur. In der Übung werden wesentliche Algorithmen mit Matlab implementiert, wobei z.B. ein einfacher Schaltkreissimulator entsteht. 1 Einführung Begriffe und Definitionen, Modellierungsansätze, Modell- und Theoriebildung in der Naturwissenschaft, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, Nutzung physikalischer Prinzipien und Theorien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation, Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik 2 Beschreibung räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Begriffe, mathematische Hilfsmittel: Operationen und Rechenregeln, Entstehung feldtheoretischer Begriffe und Darstellungen, Voraussagen der elektromagnetischen Feldtheorie und deren technische Anwendungen, Modellierung der Wechselwirkung elektromagnetischer Felder mit einfacher Materie, Darstellung im Frequenzbereich, Formulierung mathematischer Probleme in elektromagnetischen Größen zur Behandlung technischer Aufgabenstellungen 3 Simulation räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Diskretisierung, Übersetzung der Operatoren und mathematischen Probleme auf räumliches Gitter, alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden, resultierende numerische Aufgabenstellungen, Formulieren von Randbedingungen 4 Simulation elektrischer Schaltkreise aus konzentrierten Bauelementen

		Übergang auf Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen, Signaldarstellung durch Spannungen und Ströme, Knotenanalyse und modifizierte (erweiterte) Knotenanalyse, Zweigströme und Bauteilgleichungen, Problemformulierung als lineares Gleichungssystem, Einbeziehung nichtlinearer Bauelemente und Reaktanzen, Algorithmen zur numerischen Simulation elektrischer Schaltkreise, Schaltkreis-Simulationsprogramme: Schaltungsdarstellung und Analysearten 5 Simulation wert- und zeitdiskreter Systeme Übergang auf Signaldarstellung durch diskrete Werte, Abstraktionsebenen: Gatter-, Register-Transfer- und Algorithmenebene, Simulationsprogramme: Kategorien und Anforderungen, Klassifikation von Simulatoren hinsichtlich der Zeitverwaltung, Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten, prinzipieller Simulationsalgorithmus 6 Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme Begriff, Notwendigkeit, Entstehungsgeschichte und Anwendungsspektrum, aktuelle Hardware-Beschreibungssprachen, enthaltene Konzepte für Modellierung und Simulation am Beispiel VHDL: Strukturmodellierung, nebenläufige und sequentielle Verhaltensmodellierung, unterstützte Zeitverhaltensmodelle, Beispiele 7 Hardware-Beschreibung gemischt analog-digitaler Systeme und verschiedener analoger Naturen Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, ...), Fluß- und Potentialgrößen, Simulationstechnik für gemischt analog-digitale Systeme, Entstehungsgeschichte entsprechender Simulatoren und Hardware-Beschreibungssprachen, unterstützte Abstraktionsebenen und Konzepte am Beispiel VHDL-AMS, Schnittstellenbeschreibung analoger Modelle, konservative und Signalflußmodellierung, Attribute und implizite Größen, Modellbeschreibung durch algebraische bzw. gewöhnlicher DGL, Modellbeispiele: FET, Inverter, A/D-Umsetzer, Gleichstrommotor
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Fachkompetenz Wissen • physikalische Prinzipien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation nennen • alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden zur simulativen Behandlung feldtheoretischer Probleme darstellen • Anforderungen an Simulationsprogramme für wert- und zeitdiskrete Systeme angeben Verstehen • Netzlistendarstellung elektrischer Schaltungen kennen und interpretieren, die wesentlichen Algorithmen der elektrischen Schaltkreissimulation verstehen und Analysearten der Schaltkreissimulation erläutern • wesentliche Konzepte von Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme erläutern

- Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen verstehen und beschreiben

Anwenden

- bei raumverteilten Systemen Differentialoperationen in diskretisierte Darstellung übersetzen, Gleichungssystem bzw. Eigenwertproblem formulieren und in Datenstrukturen (Systemmatrix) übertragen
- auf elektrische Schaltkreise bzw. Netzwerke aus konzentrierten Elementen die modifizierte Knotenanalyse anwenden, Gleichungssystem aufstellen sowie in Datenstrukturen (Systemmatrix , Absolutvektor) übertragen

Analysieren

- die für technische Fragestellungen gebräuchlichen Modellierungsansätze unterscheiden
- die verschiedenen Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik untereinander abgrenzen hinsichtlich Anwendungsbereich, zugrundeliegender Annahmen, beschriebener Objekte, mathematischer Systembeschreibung und relevanter Darstellungsgrößen
- Simulationsprogramme hinsichtlich der Zeitverwaltung klassifizieren
- Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten zeitdiskreter Systeme unterscheiden
- bei Hardware-Beschreibungssprachen zwischen Strukturmodellierung, nebenläufiger und sequentieller Verhaltensmodellierung unterscheiden

Evaluieren (Beurteilen)

- elektrotechnische Fragestellungen in Bezug auf Modellierung und Simulation hinsichtlich der Abstraktionsebene einstufen
- Simulationswerkzeuge hinsichtlich der Eignung für eine gegebene Aufgabenstellung bewerten
- für eine gegebene Aufgabenstellung die geeignete Modellierung und Simulationsunterstützung wählen

Erschaffen

- einfaches Simulationsprogramm für potentialtheoretische Probleme erstellen
- elementaren Schaltkreissimulator entwickeln

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Programmiersprache, Datenstrukturkonzepte und wesentliche Operationen des Numerik-Werkzeugs Matlab exemplarisch für ähnliche Produkte erlernen
- in der Lage sein, sich das Arbeiten mit ähnlichen Werkzeugen und Programmiersprachen selbständig zu erschließen
- numerische Simulationsalgorithmen mit speziell dafür geeigneten Werkzeugen wie Matlab, Scilab oder Octave umsetzen

		• Simulationswerkzeuge in der Ingenieurtätigkeit souverän und mit Überlegung einsetzen Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: • naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen • Möglichkeiten und Grenzen kommerzieller Simulationswerkzeuge auf verschiedenen Abstraktionsebenen beurteilen und sich deren effiziente Nutzung selbst aneignen • Modelle hinsichtlich Plausibilität, Falsifizierbarkeit und Gültigkeitsgrenzen hinterfragen sowie auf Simulationergebnissen beruhenden Aussagen kritisch begegnen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Programme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln • dabei auf Vorkenntnisse anderer zugreifen und aufbauen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94952	**Produktion elektrischer Motoren und Maschinen** Manufacturing electric motors and machines	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Produktion elektrischer Motoren und Maschinen - Applikation (2.0 SWS) Vorlesung: Produktion elektrischer Motoren und Maschinen - Grundlagen (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Alexander Kühl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Dr.-Ing. Alexander Kühl
5	**Inhalt**	• Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen • Weichmagnetische Werkstoffe • Hartmagnetische Werkstoffe • Wickeltechnik • Isolationstechnologien • Statorprüfung • Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen • Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe • Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus • Recycling elektrischer Maschinen • Elektronik im Elektromaschinenbau
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Ziel des Moduls ist es, den Studierenden zu vermitteln, wie sich die Wertschöpfungskette nach dem Entwurf, der Konzeption und der Konstruktion eines Produkts gestaltet. Den Studierenden werden Einblicke in die verschiedenen Eigenschaften der elektrischen Maschinen gewährt. Darüberhinaus werden anhand des Stands der Technik die verschiedenen Prozesse entlang der Wertschöpfungskette, vom Blech über den Magneten und der Wicklung bis hin zur Isolation und der Prüfung des Produkts, vermittelt. Somit wird das nötige Wissen vermittelt, welches notwendig ist, laufende Produktionsprozesse von Serienprodukten stetig hinsichtlich Ökonomie und Energie- und Ressourceneffizienz zu verbessern sowie die Prozesse für die Umsetzung von Neuentwicklungen in die Serien- und Produktionsreife zu überführen. Lernziele: • Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe • Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe • Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe • Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.2 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Vertiefungsmodul 5.3 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Klausur, 60 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen

1	**Modulbezeichnung** 97304	**Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP)** Advanced Systems Engineering of Production Systems (ASEP)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Online-Kurs: Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) Online-Kurs mit Flipped Classroom Terminen, keine Anwensenheitspflicht	-
3	Lehrende	Martin Barth	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke
5	**Inhalt**	Studien zeigen, dass während des Engineering-Prozesses viele Arbeitsschritte in verschiedenen Abteilungen mehrfach ausgeführt werden müssen, da die zu Beginn generierten Daten später nicht weiterverwendet werden, sondern erneut durch einen weiteren Bearbeiter erstellt werden. Für Unternehmen bedeutet dies einen erheblichen Zeit- und Kostenaufwand, welcher am Ende durch die Konsumierenden in Form höherer Preise getragen werden muss. Eine durchgehende Nutzung der Daten stellt daher eine wirtschaftlich sinnvolle Angelegenheit dar. All diese Punkte führen dazu, dass Unternehmen verstärkt darauf achten müssen, mit ihren Daten sinnvoller umzugehen. Der Ansatz des Advanced Systems Engineerings (ASE) greift exakt diese Herausforderungen auf und berücksichtigt insbesondere die Auswirkungen der zunehmenden Digitalisierung, Interdisziplinarität und Vernetzung zur Beherrschung der technischen und organisatorischen Komplexität. ASE integriert systemtorientierte, innovative Ansätze des Engineerings und eröffnet für Entwickler neue Möglichkeiten in Planung, Entwicklung und Betrieb von Produktionsanlagen. ## Gliederung: **Vorlesungseinheiten:** 01: Automatisierte Produktionsanlagen 02: Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen 03: Der Digitale Zwilling 04: Datenmanagement mit PLM Systemen 05: Simulationsbasierte Auslegung von Produktionsanlagen 06: Integrierte Produkt-Prozess Entwicklung 07: Anforderungsmanagement und Lösungsspezifikation 08: Mechanik-Entwicklung 09: Elektrik-Entwicklung 10: Software-Entwicklung 11: Systemintegration, Virtuelle Inbetriebnahme und Testing 12: Änderungsmanagement

		13: Inbetriebnahme von Produktionsanlagen 14: Klausurvorbereitung **Case-Studies:** CS1: Anforderungs- und Lösungsspezifikation CS2: Domänenspezifisches Engineering CS3: Virtuelle Inbetriebnahme und Änderungsmanagement
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach dem Studium des vhb-Kurses Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) sind Studierende in der Lage, den Engineering-Prozess von der Anforderung bis hin zum fertigen Produkt zu verstehen. Dies wird durch Methoden-Vermittlung über den gesamten Product Lifecycle ermöglicht. Weiterhin werden Einblicke in gängige Software-Lösungen im Bereich des Engineerings ermöglicht. Durch Anwendung der Kenntnisse in Übungen werden die Studierenden zudem befähigt, das Gelernte auf praktische Weise zu festigen. Durch den Kurs können Studierende darüber hinaus selbstständig den Ansatz des ASE im späteren Berufsleben forcieren und umsetzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine spezifischen Voraussetzungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 5.1 Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) 90-minütige schriftliche Prüfung
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**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97074	**Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften** Scientific work in engineering and natural sciences	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Tobias Veihelmann Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die kurz vor Beginn einer Abschlussarbeit stehen, das erste Mal ein Seminar belegen und/oder eine erste Publikation erstellen wollen. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens ein. • Allgemeine Vorarbeiten • Einführung ins Projektmanagement • Wissenschaftliche Methodik • Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen • Organisation von Informationen • Aufbereiten von Informationen • Wissenschaftliches Publizieren • Gliedern: Roter Faden und Balance • Wissenschaftlicher Stil • Einführung in LaTeX • Literaturverwaltung mit BibTeX & Co. • Erstellen und Halten von Präsentationen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut. • Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen. • Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren. • Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen. • Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben. • Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren. • Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren. • Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.

		• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen. • Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97076	**Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften** Scientific work in engineering and natural sciences	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Christian Tobias Veihelmann Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi
5	**Inhalt**	Die Lehrveranstaltung wendet sich an Studierende der Ingenieur- und Naturwissenschaften, die kurz vor Beginn einer Abschlussarbeit stehen, das erste Mal ein Seminar belegen und/oder eine erste Publikation erstellen wollen. Die Veranstaltung führt in die grundlegenden Techniken wissenschaftlichen Arbeitens und Publizierens ein. • Allgemeine Vorarbeiten • Einführung ins Projektmanagement • Wissenschaftliche Methodik • Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen • Organisation von Informationen • Aufbereiten von Informationen • Wissenschaftliches Publizieren • Gliedern: Roter Faden und Balance • Wissenschaftlicher Stil • Einführung in LaTeX • Literaturverwaltung mit BibTeX & Co. • Erstellen und Halten von Präsentationen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut. • Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen. • Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren. • Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen. • Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben. • Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren. • Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren. • Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.

		• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen. • Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel
		Klausur (60 Minuten)
		Das 5 ECTS setzt sich aus 2,5 ECTS für die Vorlesung und 2,5 ECTS für die Workshop-Teilnahme zusammen. Zum Bestehen des Workshops erforderlich sind
		• Die Teilnahme an den beiden Workshop-Terminen
		• Bearbeitung der Hausaufgaben
		• Verfassen eines Reflexionsberichts
		Die Note für das 5 ECTS Modul ergibt sich aus der Klausurnote. Durch den Workshop kann diese um bis zu 0,7 Notenstufen verbessert werden.
		•
		  º Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,
		  º Der abschließende Reflexionsbericht und
		  º Die Mitarbeit während der Workshops
		mit einer Durchschnittsnote von 2,0 bis 1,6 benotet wurden.
		•
		  º Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag,
		  º Der abschließende Reflexionsbericht und
		  º Die Mitarbeit während der Workshops
		mit einer Durchschnittsnote von 1,5 oder besser benotet wurden.

11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (50%) Klausur (50%) Das 5 ECTS setzt sich aus 2,5 ECTS für die Vorlesung und 2,5 ECTS für die Workshop-Teilnahme zusammen. Zum Bestehen des Workshops erforderlich sind • Die Teilnahme an den beiden Workshop-Terminen • Bearbeitung der Hausaufgaben • Verfassen eines Reflexionsberichts Die Note für das 5 ECTS Modul ergibt sich aus der Klausurnote. Durch den Workshop kann diese um bis zu 0,7 Notenstufen verbessert werden. •

		◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag, ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und ◦ Die Mitarbeit während der Workshops mit einer Durchschnittsnote von 2,0 bis 1,6 benotet wurden. • ◦ Der im Rahmen der Workshops zu haltende Vortrag, ◦ Der abschließende Reflexionsbericht und ◦ Die Mitarbeit während der Workshops mit einer Durchschnittsnote von 1,5 oder besser benotet wurden.
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**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95345	**Automotive Engineering II** Automotive engineering II	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Automotive Engineering 2	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Marcel Bartz Andreas Winkler Dr.-Ing. Stefan Dengler Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack	

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

6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage: • Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben • Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen • Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen • Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen • Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben • Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 94966	**Radarfernerkundung mit Satelliten** Radar remote sensing with satellites	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Radarfernerkundung mit Satelliten (4.0 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 Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 46939	**Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM)** Applied electronic and microwave measurements (AEM)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christof Pfannenmüller Michael Loose	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer
5	**Inhalt**	keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!
6	**Lernziele und Kompetenzen**	keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt) Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 145947	**Hochfrequenzmesstechnik** Microwave Measurements	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Hochfrequenzmesstechnik (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	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 Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 97320	**Kunststofftechnik II** Plastics engineering II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2.0 SWS, SoSe 2024) Vorlesung: Konstruieren mit Kunststoffen (2.0 SWS, WiSe 2024)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	|*Inhalt: Konstruieren mit Kunststoffen*| "Konstruieren mit Kunststoffen" stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar. Der Inhalt gliedert sich wie folgt: • Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten • Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken • Auswahl des Fertigungsverfahrens • Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse • Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess • Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses • Dimensionieren • Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung • Werkstoffgerechtes Konstruieren • Verbindungstechnik • Maschinenelemente • Rapid Prototyping und Rapid Tooling • Bauteilprüfung und Produkterprobung Eine wichtige Grundlage sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschieden Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken. |*Inhalt: Technologie der Verbundwerkstoffe*| "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor. Im Einzelnen ist "Technologie der Faserverbundwerkstoffe" wie folgt gegliedert: • Einführung • Verstärkungsasern • Matrix • Fasern und Matrix im Verbund • Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste) • Auslegung (klassische Laminattheorie) • Gestaltung und Verbindungstechnik • Simulation • Mechanische Prüfung und Inspektion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden:

		• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen. • Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff. • Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken. • Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation. • Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden. • Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten • Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen. • Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen. • Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten. • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe. • Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung. • Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen. • Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern. • Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen. • Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren. • Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen. • Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Eigenschaften, Verarbeitungsverfahren und Konstruktionsweisen von faserverstärkten Kunststoffen • Rechnergestützte Produkt- und Prozessentwicklung in der Kunststofftechnik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

		Vertiefungsmodul 7 Kunststofftechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (120 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	2 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 95250	**Konstruieren mit Kunststoffen** Plastic construction	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Das Modul Konstruieren mit Kunststoffen stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar. Der Inhalt gliedert sich wie folgt: • Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten • Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken • Auswahl des Fertigungsverfahrens • Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse • Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess • Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses • Dimensionieren • Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung • Werkstoffgerechtes Konstruieren • Verbindungstechnik • Maschinenelemente • Rapid Prototyping und Rapid Tooling • Bauteilprüfung und Produkterprobung Wichtige Grundlagen für das Modul sind die Kenntnis der Eigenschaften der verschiedenen Kunststoffe und ihre Modifikationen sowie die Kenntnis der Fertigungsprozesse und dass diese sich entscheidend auf die Bauteilkonstruktion auswirken.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen. • Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff. • Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken. • Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation. • Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden. • Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten • Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen. • Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.

		• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Klausur, 60 Minuten elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice
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**	G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung; Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7

1	**Modulbezeichnung** 46900	**Kunststofftechnik - Technologie der Verbundwerkstoffe** Technologie der Verbundwerkstoffe	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer
5	**Inhalt**	Das Modul Technologie der Verbundwerkstoffe stellt die einzelnen Komponenten (Faser und Matrix), die Auslegung, Verarbeitungstechnologie, Simulation und Prüfung mit Fokus auf Faserverbundkunststoffe vor. Im Einzelnen werden dabei folgende Inhalte vertieft: • Einführung • Verstärkungsasern • Matrix • Fasern und Matrix im Verbund • Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste) • Auslegung (klassische Laminattheorie) • Gestaltung und Verbindungstechnik • Simulation • Mechanische Prüfung und Inspektion
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe. • Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung. • Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen. • Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern. • Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen. • Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren. • Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen. • Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur 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**	• Ehrenstein, G.W.:Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006

Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik

1	**Modulbezeichnung** 92511	**Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung** Laboratory course: Power converters in energy supply	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Stromrichter in der Energieversorgung (3.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Gert Mehlmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Gert Mehlmann
5	**Inhalt**	• Tutorium • Aufbau der MMC Konverterregelung • Betrieb einer MMC-HGÜ • Basic Design einer MMC HGÜ Konverterstation • Betrieb einer LCC HGÜ • Auswirkungen auf AC Schutz durch Stromrichtereinspeisung • Regelung eines Microgrids
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Das Praktikum soll praxisnah das Vertändnis von netz- und selbsgeführten Stromrichtern in der Energieversorgung vermitteln. Das in der Vorbereitung angeeignete Wissen wird über ein Tutorium vertieft. Die so erlangten Kennnisse müssen in den Laboren angewandt werden. Die Studierende analysieren in Kleingruppen verschiedene Problemstellungen und lösen diese.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	• Elektrische Energiesysteme: Wissensvernetzung von Stromrichter, Netzbetrieb und Netzschutz (German Edition) 1. Aufl. 2021 Auflage

1	**Modulbezeichnung** 96531	**Praktikum Transmission System Operations and Control** Transmission system operations and control	**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. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 490782	**Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA** Laboratory electrical drives MA	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn
5	**Inhalt**	Das Praktikum dient zur Vertiefung und praktischen Anwendung des in den Vorlesungen auf dem Gebiet der Antriebstechnik erarbeiteten Stoffes. Es werden vier Versuche in Vierer- bis maximal Fünfer-Gruppen durchgeführt. Vor Beginn der Praktikumsversuche findet eine Einführungsveranstaltung zur verwendeten Meßtechnik und zur Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen statt. |Kurzbeschreibung der Versuche:| *Transistorsteller (V1)* In diesem Versuch werden die verschiedenen Varianten der Gleichstromsteller gezeigt: Tiefsetzsteller, Hochsetzsteller, Zwei- und Vierquadrantensteller. Alle Varianten werden mit IGBTs und Dioden im Leistungsteil aufgebaut. Die Steuerung erfolgt mit Hilfe eines Pulsweitenmodulators. Die Steller speisen eine Gleichstrommaschine, die mit Hilfe einer anderen Gleichstrommaschine belastet werden kann. Durch diesen Versuchsaufbau ist es möglich, Ansteuerverfahren und Funktionsweisen kennenzulernen, Kennlinien und Wirkungsgrade experimentell zu ermitteln. *Stationäres Betriebsverhalten einer Asynchronmaschine (V2)* Zuerst werden durch Messungen im Leerlauf und Stillstand die Parameter des Ersatzschaltbildes meßtechnisch bestimmt. Mit Hilfe der Parameter werden die Stromortskurve und die Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie berechnet. Durch Belastungsmessungen werden verschiedene Punkte auf den Kennlinien meßtechnisch überprüft. Anschließend wird bei konstanter Belastung und verschiedenen Drehzahlen der Einfluß der Drehzahlverstellung mit Zusatzwiderständen und mit Spannungsverstellung auf die Leistungsbilanz durch Leistungsmessungen ermittelt. *Umrichtergespeister Asynchronmotor (V3)* Eine Asynchronmaschine wird mit einem Pulsumrichter mit einstellbarer Spannung und Frequenz betrieben. Zunächst wird der Betrieb mit U/f = konst. bei unterschiedlichen Belastungen und Modulationsverfahren meßtechnisch untersucht. Der Motor wird sowohl im Grunddrehzahlbereich unterhalb der Nennfrequenz als auch im Feldschwächbereich betrieben. Dabei werden die Ständerspannungen und Ständerströme aufgezeichnet und deren Frequenzspektrum bei verschiedenen Modulationsverfahren des Pulsumrichters ausgewertet. Anschließend wird der Asynchronmotor an einem Pulsumrichter mit feldorientierter Regelung betrieben. Es werden wieder Spannungen und Ströme bei verschiedenen Belastungen aufgezeichnet und die

		Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit U/f = konst. und feldorientierter Regelung werden verglichen. *Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V4)* Servoantriebe haben die Aufgabe, Maschinenteile exakt zu positionieren oder entlang bestimmter Bahnkurven zu bewegen. Sie werden zum Beispiel in der Fertigungstechnik (Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, usw.) eingesetzt. Heutzutage werden üblicherweise Drehstrommaschinen als Servomotoren gebraucht. Man unterscheidet bei diesen Motoren zwei Varianten: den älteren Blockstrom- und den moderneren Sinusstrommotor. In diesem Versuch wird eine permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.
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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 97610	**Laborpraktikum Leistungselektronik** Laboratory course: Power electronics	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	EMF: Arbeitsblätter zur Vorlesung |Leistungselektronik| EAM: Skript zur Vorlesung Versuchsbeschreibungen

1	**Modulbezeichnung** 126738	**Praktikum Elektrische Energieversorgung** Laboratory electrical power systems	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 510068	**Praktikum Automatisierungstechnik** Laboratory on automation	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Automatisierungstechnik (3.0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Andreas Michalka Daniel Landgraf	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Andreas Michalka
5	**Inhalt**	Je zwei Versuche zur Regelungstechnik (LRT), zur Sensorik (ASM) und zur elektrischen Antriebstechnik (EAM): • Zustandsregelung eines reduzierten Helikoptermodells (LRT) • Dreitank-Füllstandsregelung (LRT) • Abstands- und Wegsensoren (ASM) • Kalibrierung eines Sensorhandschuhs (ASM) • Befüllautomat (EAM) • Ebenenpositioniersystem "Heißer Draht" (EAM)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • wenden das Methodenwissen 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung 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**	Praktikumsleistung (0%)
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**	

1	**Modulbezeichnung** 967871	**Praktikum Hochspannungstechnik** Laboratory high voltage engineering	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Hochspannungstechnik (3.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Dr.-Ing. Dieter Braisch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Dieter Braisch
5	**Inhalt**	Für die Versuchsdurchführung stehen den Studierenden die Hochspannungsprüfhalle sowie zwei weitere Hochspannungsprüfkabinen des Lehrstuhls zur Verfügung. In vier Versuchen werden einige typische Problemstellungen der Hochspannungstechik exemplarisch bearbeitet. Nach Erläuterung der jeweiligen Aufgabenstellung wird der Versuch durch die Studierenden selbstständig aufgebaut, es werden Messreihen durchgeführt, wissenschaftlich dokumentiert und bewertet. Die bearbeiteten Problemstellungen beinhalten unter anderem Themen der Isoliertechnik, Chemie, Hochfrequenz- und Messtechnik. Aufgrund der Gefahr durch Hochspannung werden die Versuche erst nach einer ausführlichen Sicherheitsbelehrung und unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen bei ständiger Betreuung durchgeführt. Dies ist ein weiterer wichtiger Aspekt der Hochspannungstechnik, der in diesem Praktikum vermittelt wird. Es werden folgende Versuche durchgeführt: • Durchschlagfestigkeit von Isoliergasen • Gasentladung in Luft abhängig von der Elektrodengeometrie und -polarität • Teilentladungen • Wanderwellen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wenden die Grundlagen der Hochspannungstechnik in Versuchen an • verstehen die Besonderheiten der Messverfahren in der Hochspannungstechnik • analysieren die Belastung von Betriebsmitteln unter Hochspannung • lernen unter erhöhten Sicherheitsvorkehrungen zu arbeiten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Es handelt sich um eine Blockveranstaltung, die in der vorlesungsfreien Zeit stattfindet.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung

11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung Hochspannungstechnik • Küchler, A.: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 2017 • Beyer, M., Boeck, W., Möller, K., Zaengl, W.: Hochspannungstechnik, Springer-Verlag, 1986

1	**Modulbezeichnung** 96532	**Praktikum Power System Operations and Control** Transmission system operations and control	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Peter Hoffmann
5	**Inhalt**	The practical training gives the students the opportunity to get to know the operative business in Power System Operations and Control (PSOC) 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 TenneT TSO GmbH. This direct link between theory and practice gives students a comprehensive insight into the state of the art of PSOC. The work practice will therefore take place on site at TenneTs control centres in Dachau and Lehrte. In the context of Europe's security of supply, TenneT as the 6 biggest TSO in Europe plays a very important role as a transit country and as keyplayer for the Northsea offshore development. This internationalism and the associated routines of daily business is an aspect that the students should get to know during their 1 week 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 TenneT: • Restoration plan, with a deep dive: “How can TenneT ensure a grid restoration without konventional power plants in future?” • SCADA/EMS, with a deep dive: “Why is it necessary to establish dynamic stability assessment as a routine in EMS and how far is this technical implementation developed at TenneT?” • Interaction with the Energy Market, with a deep dive: “Which energy products are traded by TenneT at the power exchange and which share have the German TSOs in these products? What is the expected trend?” • Integration of Renewables, with a deep dive: “Which inaccuracies are related to the forecasting of RES infeed and how will the deviation of balancing responsible parties change with increasing expansion of renewables? What is the impact on the needs of control reserve (incl. statistic of the recent years)?” • Regional Control Coordination (RCC), with deep dive: “For which PSOC processes is the RCC responsible and how is the split of tasks between TSOs and RCC?” • Load Frequency Control, with the deep dive: “What is the impact of the new founded European platforms for control

		reserve on the needed amount and for the processes of activation of these reserves at TenneT?” • Balancing Responsible Parties (BRP) and Scheduling, with the deep dive: How did the former scheduling process at UCTE changed after founding ENTSO-E based on the European Guidelines? Which BRP roles has a TSO?” • Congestion Management, with the deep dive: “What kind of process chain is necessary for an international ex-ante grid security assessment to ensure Security of Supply in real time?” “Why was Redispatch 2.0 established in Germany and where are currently the backstrokes in operational pratice? • Interface DSO and Outage Management, with deep dive: “What are the process steps in outage management from year ahead to real time and why was recently a multi-year outage management process established?”
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Under guidance, gain initial insights and knowledge of the operational processes in PSOC. • Practice-oriented introduction to the future problems of PSOC. • 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 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Elektrische Energietechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	

16	**Literaturhinweise**	

Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik

1	**Modulbezeichnung** 93511	**Praktikum Digitale Übertragung** Digital communication Lab	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung / Lab Course Digital Communications - Morning Group (3.0 SWS) Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung / Lab Course Digital Communications - Afternoon Group (3.0 SWS)	2,5 ECTS 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung • There are 5 experiments to complete as well as an online test on Matlab knowledge and basic knowledge of digital communications. The details are described in the course materials. • Each experiment must be prepared in writing at home. The preparation will be checked and evaluated at the beginning of each experiment (sufficient/insufficient). • The results of each experiment must be recorded on the experimental computers during the execution of the experiment (programming tasks) and are checked at the end

		of the experiment (sufficient/insufficient). The measured results must be documented in writing. • To pass the course, 5 sufficient experiment preparations, 5 sufficient experiment executions and the passed asynchronous online test are required. ——————————— • Es sind 5 Experimente zu absolvieren sowie vorab ein Online-Test zu Matlab-Kenntnissen und Grundkenntnissen in digitaler Kommunikation. Die Einzelheiten sind in den Kursunterlagen beschrieben. • Jedes Experiment muss zu Hause schriftlich vorbereitet werden. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Experiments überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend). • Die Ergebnisse jedes Experiments sind während der Durchführung des Experiments auf den Versuchsrechnern festzuhalten (Programmieraufgaben) und werden am Ende des Experiments kontrolliert (ausreichend/nicht ausreichend). Die gemessenen Ergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren. • Zum Bestehen des Kurses sind 5 ausreichende Versuchsvorbereitungen, 5 ausreichende Versuchsdurchführungen sowie der bestandene asynchrone Online-Test erforderlich.
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zum Praktikum • Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications • übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)

1	**Modulbezeichnung** 96842	**Praktikum Entwurf Integrierter Schaltungen I** Laboratory course: Design of Integrated Circuits I	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 97470	**Laborpraktikum Nachrichtentechnische Systeme** Laboratory course: Communication systems	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung • 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**	Praktikumsleistung (0%)
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** 97525	**Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen** Laboratory course: Image and video signal processing on embedded platforms	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
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** 97530	**Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY)** Laboratory course: Embedded microcontroller systems (PEMSY)	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (Blockpraktikum) (3.0 SWS) Praktikum: Praktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (semesterbegleitend) (3.0 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**	Empfohlen: • 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung Abschlusspräsentation mit Demonstration (10 Min.)
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kernighan / Ritchie: The C Programming Language https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/

1	**Modulbezeichnung** 97640	**Laborpraktikum Mobilkommunikation** Laboratory course: Mobile communication	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Praktikum Mobilkommunikation / Lab Course Mobile Communications - Group 2 (3.0 SWS) Praktikum: Praktikum Mobilkommunikation / Lab Course Mobile Communications - Group 1 (3.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. 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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung • 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**	Praktikumsleistung (0%)
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation

1	**Modulbezeichnung** 97651	**Laborpraktikum Image and Video Compression** Laborpraktikum Multimediakommunikation	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praktikum: Lab Course Image and Video Compression (3.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Geetha Ramasubbu	

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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
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** 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 (3.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	Albert-Marcel Schrotz	

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**	Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen digitaler Schaltungen
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Hochschulpraktikum Studienrichtung Elektrotechnik - Informationstechnik Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Praktikumsleistung 1. Vorbereitung aller im Skript enthaltenen Versuche vor Besuch des Praktikums 2. Durchführung aller Versuche mit anschließender Abnahme durch den Betreuer 3. Vollständige und ausführliche schriftliche Dokumentation der Versuche und Beantwortung aller im Skript enthaltenen Fragen
11	**Berechnung der Modulnote**	Praktikumsleistung (0%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 30 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Tietze/Schenk: Halbleiter-Schaltungstechnik, Springer Verlag

Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich

1	**Modulbezeichnung** 57074	**Designing technology**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	**Inhalt**	The course covers the process of designing innovative artefacts to extend human as well as organizational capabilities and to solve problems within organizations and industries. For a sound understanding of both social and technological aspects of various innovative technologies, students will primarily follow the design science research method, build artefacts and evaluate them, around a given theme. Understanding the design science paradigm and its application will enable students to develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes and effectively communicate this knowledge. Depending on the theme, students will also be introduced to innovative and digital technologies like artificial intelligence, augmented and virtual reality, blockchain and others that can link and enable different types of use-cases across the boundaries of socio-technical systems. Students will adopt this knowledge in practical work on design problems, which will be related to the usage of robotic process automation. They will also be introduced to social and technological theories and literature such as design theory, systems theory, communication theory and basics of open innovation and user innovation. Students will use this knowledge on current technologies and theory to work on a (design science) project that solves human or organizational problems. The course requires analytical thinking, where students can identify and clearly articulate problems that they would like to solve and the process of solution-finding. While existing technical knowledge from students is welcome, it is not a prerequisite for the course. Students can also contribute by conducting theoretical/empirical research, along with developing IT artefacts. To conclude, the course offers a balance between creativity and scientific thinking, which can be of immense help to students seeking to learn either skill or both.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • can develop knowledge on the management and use of information technology for managerial purposes

		• can differentiate between and assess the most important developments on the Web. • develop a research design for a design science project. • discuss theories, as well as the design and the progress of their project.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic knowledge of web technologies (i.e. basic html or understanding of web technology in general) or knowledge of empirical methods to evaluate designed artifacts
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Hausarbeit (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2004). Modularity in the Design of Complex Engineering Systems. In Complex Engineered Systems Understanding Complex Systems, 175205. Kroes, P. (2010). Engineering and the dual nature of technical artefacts. Cambridge Journal of Economics, 34 (1), 5162.Hevner, A. R., March, S. T., Park, J. & Ram, S. (2004). Design Science in Information Systems Research. MIS Quarterly: Management Information Systems, 28 (1), 75-106. Fichman, R., Dos Santos, B., & Zheng, Z. (2014). Digital Innovation as a Fundamental and Powerful Concept in the Information Systems Curriculum. MIS Quarterly: Management Information Systems, 38, 329353. Hevner, A.R., 2007. A Three Cycle View of Design Science Research. Scand. J. Inf. Syst. © Scand. J. Inf. Syst. 19, 8792. Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A., Chatterjee, S., 2007. A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. J. Manag. Inf. Syst. 24, 4578.

1	**Modulbezeichnung** 53940	**Cases in business controlling**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praxisseminar: Praxisseminar Challenges in Business Management (3.0 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Fischer
5	**Inhalt**	The course deals with controlling instruments on the enterprise, segment, and project level. The students will intensively discuss and analyze real-world case material from current issues of a global technology enterprise with senior managers as advisors.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	As main objective, students will have the opportunity to get in touch with real business issues. They will be supported in creating a seminar paper and presentation. The course provides extended professional studies in the field of accounting and controlling and brings students in touch with real business cases of a leading, global acting technology enterprise. Hereby, the qualified profile as well as personal skills of the student participants are further developed - as the participants give and receive appreciative feedback as part of the interactive presentation of the work results.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The number of participants is limited. Participants will be selected according to their FACT related skills (i.e., BA elective courses in Finance, Auditing, Controlling, and/or Taxation) Full attendance in the seminar meetings is compulsory.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Seminar paper (ca. 12-15 pages) and presentation (ca. 15 minutes) and class participation (ca. 10 minutes) *Es handelt sich um eine einheitliche Prufung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Fur das Bestehen des Moduls mussen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWISO in der jeweils geltenden Fassung alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWISO eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prufung.* Da die Dienstzeit von Herrn Prof. Dr. Thomas M. Fischer planmäßig am 30.09.2025 enden wird, ist eine **letztmalige Anmeldung** zur Prüfung

		Challenges in Business Management (CBM) im **Wintersemester 2024/25** möglich.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Seminar paper (60%) and presentation (30%) and class participation (10%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Fischer, T. M./Möller, K./Schultze, W.: Controlling, 2. Aufl., Stuttgart 2015. Further literature recommendations will be given in class.

1	**Modulbezeichnung** 54052	**Principles of marketing IV**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Marketing Seminar (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicole Koschate-Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicole Koschate-Fischer
5	**Inhalt**	Die Studierenden arbeiten sich in eine aktuelle Fragestellung in der Marketingforschung ein (z.B. auf den Gebieten Marktforschung, Preismanagement, Produkt- und Innovationsmanagement und Konsumentenverhalten).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können weitgehend eigenständig Forschungsfragen mit Hilfe qualitativer oder quantitativer Methoden beantworten. Die Studierenden können sich eigenständig Wissen über wissenschaftliche Fachthemen erschließen und dieses anwenden. Sie können wissenschaftliche Studien aus international referierten Marketingjournals kritisch reflektieren und Studienergebnisse in den Gesamtkontext einordnen sowie deren Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung gewichten. Die Studierenden können eigenständige Ideen zur Lösung wissenschaftlicher Probleme entwickeln und verteidigen. Die Studierenden können die Ergebnisse ihrer Ausarbeitungen auf einem wissenschaftlichen Niveau präsentieren und bereichsspezifische wie auch übergreifende Diskussionen führen. Die Studierenden können im Hinblick auf die Anfertigung der Masterarbeit Ziele für die eigene Entwicklung definieren sowie eigene Stärken und Schwächen reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Studien- und Prüfungsleistungen aller Pflichtmodule des 1. Semesters erfolgreich erbracht. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Pflichtbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls. **Das Marketingseminar wird regelmäßig im Wintersemester angeboten, vereinzelt auch im Sommersemester.**
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturangaben erfolgen durch den Lehrstuhl vor Beginn des Semesters.

1	**Modulbezeichnung** 54062	**Principles of marketing V**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Marketingseminar (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Fürst	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Fürst
5	**Inhalt**	Die Studierenden arbeiten sich in eine aktuelle Fragestellung in der Marketingforschung ein (z.B. auf den Gebieten Kundenmanagement, Industriegütermarketing und Vertriebspolitik).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können weitgehend eigenständig Forschungsfragen mit Hilfe qualitativer oder quantitativer Methoden beantworten. Die Studierenden können sich eigenständig Wissen über wissenschaftliche Fachthemen erschließen und dieses anwenden. Sie können wissenschaftliche Studien aus international referierten Marketingjournals kritisch reflektieren und Studienergebnisse in den Gesamtkontext einordnen sowie deren Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung gewichten. Die Studierenden können eigenständige Ideen zur Lösung wissenschaftlicher Probleme entwickeln und verteidigen. Die Studierenden können die Ergebnisse ihrer Ausarbeitungen auf einem wissenschaftlichen Niveau präsentieren und bereichsspezifische wie auch übergreifende Diskussionen führen. Die Studierenden können im Hinblick auf die Anfertigung der Masterarbeit Ziele für die eigene Entwicklung definieren sowie eigene Stärken und Schwächen reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Studien- und Prüfungsleistungen aller Pflichtmodule des 1. Semesters erfolgreich erbracht. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Pflichtbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls. **Das Marketingseminar wird regelmäßig im Wintersemester angeboten, vereinzelt auch im Sommersemester.**
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturangaben erfolgen durch den Lehrstuhl vor Beginn des Semesters.

1	**Modulbezeichnung** 54072	**Principles of marketing VI**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Marketingseminar (Master) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	Die Studierenden arbeiten sich in eine aktuelle Fragestellung der Marketingforschung ein (z.B. auf den Gebieten Dienstleistungsmarketing, Finanzdienstleistungsmarketing, Kunden- und Vertriebsmanagement).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können weitgehend eigenständig Forschungsfragen mit Hilfe qualitativer oder quantitativer Methoden beantworten. Die Studierenden können sich eigenständig Wissen über wissenschaftliche Fachthemen erschließen und dieses anwenden. Sie können wissenschaftliche Studien aus international referierten Marketingjournals kritisch reflektieren und Studienergebnisse in den Gesamtkontext einordnen sowie deren Beitrag zur wissenschaftlichen Forschung gewichten. Die Studierenden können eigenständige Ideen zur Lösung wissenschaftlicher Probleme entwickeln und verteidigen. Die Studierenden können die Ergebnisse ihrer Ausarbeitungen auf einem wissenschaftlichen Niveau präsentieren und bereichsspezifische wie auch übergreifende Diskussionen führen. Die Studierenden können im Hinblick auf die Anfertigung der Masterarbeit Ziele für die eigene Entwicklung definieren sowie eigene Stärken und Schwächen reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Studien- und Prüfungsleistungen aller Pflichtmodule des 1. Semesters erfolgreich erbracht. Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Pflichtbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls. **Das Marketingseminar wird regelmäßig im Wintersemester angeboten, vereinzelt auch im Sommersemester.**
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Literaturangaben erfolgen durch den Lehrstuhl vor Beginn des Semesters.

1	**Modulbezeichnung** 57453	**Branchen- und themenspezifisches Nachhaltigkeitsmanagement** Industry and issue specific sustainability management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt Inhalte zu den Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagements in Forschung und Praxis. In enger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmenspartner Uvex werden aktuelle Herausforderungen für die Nachhaltigkeit im Unternehmen identifiziert und Lösungsvorschläge erarbeitet. Die ersten Sitzungen dienen dazu, eine interaktive Einführung in das Thema Nachhaltigkeit zu geben und die unterschiedlichen Wissensstände der Studierenden aus verschiedenen Disziplinen zu harmonisieren. Die Studierenden lernen verschiedene Konzepte und Instrumente des Nachhaltigkeitsmanagements kennen. Damit zielt das Seminar auf ein systematisches Verständnis relevanter Managementwerkzeuge und neuartiger Instrumente und Funktionen zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsthemen. Nach einer theoretischen Einführung werden die Studierenden mit den aktuellen Nachhaltigkeitsthemen bei Uvex in den Dimensionen der Triple Bottom Line vertraut gemacht. Diese Projekte konzentrieren sich auf Themen wie Kreislaufwirtschaft oder Impact Assessment. Im zweiten Teil des Seminars geht es darum, das theoretische Wissen in die Praxis umzusetzen. Zu diesem Zweck arbeiten die Studierenden in Projektteams an einer praktischen Lösung für ein bei Uvex identifiziertes Nachhaltigkeitsproblem in kooperativer Abstimmung mit den Seminarleitern. In einer Zwischenpräsentation haben die Studierenden die Möglichkeit, Feedback zu erhalten und ihre Ideen zu überarbeiten. Am Ende des Seminars findet eine Abschlusspräsentation statt und die Studierenden erstellen eine Dokumentation ihrer Projektarbeit.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Am Ende des Seminars sind die Studierenden in der Lage • Nachhaltigkeitsthemen aus der Praxis zu identifizieren und deren Managementrelevanz zu beurteilen; • grundlegende betriebswirtschaftliche Ansätze zur Bewältigung sozialer und ökologischer Probleme zu analysieren und anzuwenden; • ihre qualitativen Forschungs- und Projektmanagementkompetenzen anzuwenden; • Methoden des Nachhaltigkeitsmanagements zu reflektieren und selbstbewusst umzusetzen; • Soft Skills wie strukturierte Teamarbeit und professionelle Präsentationen anzuwenden und zu reflektieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Bereits besuchte Kurse zum Nachhaltigkeitsmanagement sind von Vorteil • Interesse an praxisorientiertem Nachhaltigkeitsmanagement; • Motivation zur selbständigen Arbeit in einem Team
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation schriftlich Gemeinsame Analyse und Bearbeitung einer Nachhaltigkeitsherausforderung und Konzeptentwicklung in Projektteams mit Zwischen- und Abschlusspräsentation. Zusätzlich wird die Dokumentation des Problemlösungsprozesses benotet.
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (70%) schriftlich (30%) Präsentation (70%) und Dokumentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	All necessary materials will be provided via StudOn

1	**Modulbezeichnung** 52146	**Fallstudien und Projekte im Management IV** Case studies and projects in management IV	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt Inhalte zu den Grundlagen des Nachhaltigkeitsmanagements in Forschung und Praxis. In enger Zusammenarbeit mit unserem Unternehmenspartner Uvex werden aktuelle Herausforderungen für die Nachhaltigkeit im Unternehmen identifiziert und Lösungsvorschläge erarbeitet. Die ersten Sitzungen dienen dazu, eine interaktive Einführung in das Thema Nachhaltigkeit zu geben und die unterschiedlichen Wissensstände der Studierenden aus verschiedenen Disziplinen zu harmonisieren. Die Studierenden lernen verschiedene Konzepte und Instrumente des Nachhaltigkeitsmanagements kennen. Damit zielt das Seminar auf ein systematisches Verständnis relevanter Managementwerkzeuge und neuartiger Instrumente und Funktionen zur Bewältigung von Nachhaltigkeitsthemen. Nach einer theoretischen Einführung werden die Studierenden mit den aktuellen Nachhaltigkeitsthemen bei Uvex in den Dimensionen der Triple Bottom Line vertraut gemacht. Diese Projekte konzentrieren sich auf Themen wie Kreislaufwirtschaft oder Impact Assessment. Im zweiten Teil des Seminars geht es darum, das theoretische Wissen in die Praxis umzusetzen. Zu diesem Zweck arbeiten die Studierenden in Projektteams an einer praktischen Lösung für ein bei Uvex identifiziertes Nachhaltigkeitsproblem in kooperativer Abstimmung mit den Seminarleitern. In einer Zwischenpräsentation haben die Studierenden die Möglichkeit, Feedback zu erhalten und ihre Ideen zu überarbeiten. Am Ende des Seminars findet eine Abschlusspräsentation statt und die Studierenden erstellen eine Dokumentation ihrer Projektarbeit.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Am Ende des Seminars sind die Studierenden in der Lage • Nachhaltigkeitsthemen aus der Praxis zu identifizieren und deren Managementrelevanz zu beurteilen; • grundlegende betriebswirtschaftliche Ansätze zur Bewältigung sozialer und ökologischer Probleme zu analysieren und anzuwenden; • ihre qualitativen Forschungs- und Projektmanagementkompetenzen anzuwenden; • Methoden des Nachhaltigkeitsmanagements zu reflektieren und selbstbewusst umzusetzen; • Soft Skills wie strukturierte Teamarbeit und professionelle Präsentationen anzuwenden und zu reflektieren

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Bereits besuchte Kurse zum Nachhaltigkeitsmanagement sind von Vorteil • Interesse an praxisorientiertem Nachhaltigkeitsmanagement; • Motivation zur selbständigen Arbeit in einem Team
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;1;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Präsentation Gemeinsame Analyse und Bearbeitung einer Nachhaltigkeitsherausforderung und Konzeptentwicklung in Projektteams mit Zwischen- und Abschlusspräsentation. Zusätzlich wird die Dokumentation des Problemlösungsprozesses benotet.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (30%) Präsentation (70%) Präsentation (70%) und Dokumentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	All necessary materials will be provided via StudOn

1	**Modulbezeichnung** 53492	**Fallstudien und Projekte im Management I** Case studies and projects in management I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Industry 5.0 – Germany's Future of Sustainable Industrial Value Creation with Prof. Oliver Zipse and Dr. Thomas Becker (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Markus Beckmann Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Hannah Altenburg	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	During the seminar, which is supported by Prof. Oliver Zipse (CEO of the BMW Group) and Dr. Thomas Becker (VP Sustainability, Mobility of the BMW Group), the students work on current issues of sustainability in technology-oriented industrial companies in groups. The results of the student groups are presented, defended and discussed in a project report and a presentation at a final event.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The student groups develop analyses on complex sustainability management issues, especially in relation to technology-oriented industrial companies, in a largely self-directed manner. For this purpose, the students conduct empirical data collection and literature research. They decide largely independently on the methods of analysis to answer the respective question. The module aims to develop the students ability to structure and present detailed and specialised knowledge based on the current state of understanding of the respective research question. Each student group shares the results developed jointly in the seminar and defends them before Prof. Zipse, Dr. Becker, Prof. Dr. Voigt, and Prof. Dr. Beckmann.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminarleistung Presentation (20 minutes presentation + 10 minutes discussion) 70% and Project report (partially in group work) 30% (3.000 words)
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminarleistung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Course specific literature (will be announced during the course).

1	**Modulbezeichnung** 48433	**Strategic Market Interaction**	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Nima Farhang-Damghani Prof. Dr. Veronika Grimm Simon Mehl
5	**Inhalt**	The course is an introduction to the fundamentals of game theory and mechanism design to enable a rigorous analysis of strategic market interaction. It covers static and dynamic games under complete and incomplete information. The course emphasizes theoretical foundations of game theory and develops knowledge on the standard equilibrium notions in different environments. Motivations are drawn from topics in industrial organization, auction and market design, as well as information engineering and networked systems. Also social and economic contexts will be covered in order to put the engineering and industrial organization applications into a broader perspective. 1. Introduction 2. Strategic Form Games 3. Dynamic Games with Complete Information 4. Static Games with Incomplete Information 5. Dynamic Games with Incomplete Information 6. Auction Theory 7. Mechanism Design would like to participate in this course.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students: • acquire a more formal understanding of game theoretical concepts. • learn to differentiate between different types of games • learn to apply appropriate solution concepts. • learn to model real world problems as games with strategies, players, and payoffs. • learn to model uncertainty and information in bayesian games. • learn to make predictions in real world problems based on equilibrium concepts of games.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The contents of the compulsory microeconomics courses in the bachelor curriculum, Bachelors degree
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1. Vega-Redondo, F. (2003), Economics and the Theory of Games, Cambridge, Cambridge University Press. 2. Fudenberg, D. and Tirole, J. (2007), Game Theory, Cambridge, MIT Press. 3. Krishna, V. (2002), Auction Theory, Academic Press.

1	**Modulbezeichnung** 52130	**Sustainability management and corporate functions**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	This lecture provides an advanced perspective on Corporate Sustainability Management. The lecture starts with a short recap of sustainability management basics (What is sustainability? Why is sustainability increasingly important for business? What are key concepts of sustainability management?) Following this brief recap of the concepts of sustainability and sustainability management, we take a closer look at selected corporate functions such as strategy, marketing, or supply chain management. For each function, we look at the key drivers for corporate sustainability, relevant management tools, best-practice cases, and will discuss risks and opportunities involved in corporate management. Throughout the lecture, we will follow the concept of integrated sustainability management, thus integrating the three pillars of sustainability: economy, natural environment, and society, into the core of a business.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will acquire: • advanced knowledge in sustainability management, especially in the selected functional areas • discursive and reflective competencies in regards to societally relevant questions • practical insights for implementing sustainability in real-life applications • insights on potential challenges during the implementation of sustainability management
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3;1;5
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Readings will be provided via StudOn.

1	**Modulbezeichnung** 52260	**Quantitative Risk Assessment with Excel** Quantitative risk assessment with Excel	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Quantitative Risk Assessment with Excel (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt fundierte und vertiefende Kenntnisse für den Einsatz des Tabellenkalkulationsprogramms Excel als Standardsoftware durch Anwendung auf die computergestützte Risikoeinschätzung und Bewertung von Unternehmen sowie verschiedenen komplexen Finanzinstrumenten. Hierzu werden ausgewählte Fragestellungen und Themenblöcke aus dem Bereich Insurance & Finance behandelt. Inhalte der Fallstudien umfassen zunächst Grundlagen zu Excel und der Monte-Carlo-Simulation. Vertiefend wird dann u.a. auf Risikomaße, die Modellierung des Aktienmarktes, die Erstellung von Risiko-Rendite-Profilen von Fonds, Derivaten, Financial Engineering, Optionsbewertung (Binomialbaum, Black-Scholes-Formel, Greeks, Volatility Smile) sowie die Maximum-Likelihood-Methode eingegangen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende erwerben fundierte Kenntnisse in Excel, lernen Methoden und typische Herangehensweisen in Insurance und Finance kennen, können diese anwenden und kritisch hinterfragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse in Finanzierung sind hilfreich. Die Anmeldung erfolgt über StudOn (Termine werden auf der Lehrstuhlhomepage bekanntgegeben).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung (60 Minuten) *Im Sommersemester besteht vorlesungsbegleitend die Möglichkeit einer freiwilligen Notenverbesserung, wobei eine Verbesserung um bis zu 0,3 Notenstufen erfolgen kann. Dazu können Studierende auf StudOn vier je ca. 10-minütige Online-Kurztests (Quizze) zur Aufbereitung des Vorlesungsstoffs bearbeiten. Die Notenverbesserung erfolgt, wenn die Quizze erfolgreich bearbeitet wurden sowie die Klausur mit der Note 4,0 oder besser bestanden wurde. Etwaige Quizergebnisse aus dem Sommersemester werden für eine Prüfung im Wintersemester übernommen.*

		Ohne Ableistung der Prüfungsleistung kann das mit 2 SWS bewertete Seminar als Schlüsselqualifikation im Rahmen des SQ-Moduls belegt werden. In diesem Fall besteht Anwesenheitspflicht.
11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 52500	**Das Industrieseminar** Seminar: Industrial management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Das Industrieseminar (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Viktoria Leutheuser Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Prof. Dr. Stefan Asenkerschbaumer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In dem Seminar, welches von Herrn Prof. Dr. Asenkerschbaumer, Vorsitzender des Aufsichtsrats der Robert Bosch GmbH und geschäftsführender Gesellschafter der Robert Bosch Industrietreuhand KG, begleitet wird, erarbeiten die Studierenden zu wechselnden Rahmenfragestellungen in Gruppen Seminararbeiten. Die Ergebnisse dieser werden dann vorgetragen, verteidigt und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert und autonom Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext von Industrieunternehmen. Hierzu führen die Studierenden Dokumentanalysen, Literaturrecherchen und Experteninterviews durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Herrn Prof. Dr. Asenkerschbaumer und Herrn Prof. Dr. Voigt verteidigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Umfang der Hausarbeit: 7.000 Wörter Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur wird im Kurs bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 52581	**Praxisseminar: Entwicklung und Vermarktung innovativer Versicherungsprodukte** Seminar: Development and marketing of innovative insurance products	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Praxisseminar: Praxisseminar: Entwicklung und Vermarktung innovativer Versicherungsprodukte (Development and marketing of innovative insurance products) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	Das interdisziplinäre Praxisseminar wird von dem Lehrstuhl für Versicherungswirtschaft und Risikomanagement und dem Lehrstuhl für BWL, insb. Versicherungsmarketing sowie einem Praxispartner veranstaltet und vermittelt den Studierenden praxisnahe Kenntnisse zu (Produkt-) Entwicklungen und der Vermarktung von innovativen Versicherungsprodukten in Versicherungsunternehmen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende können • eigenständig innovative Versicherungsprodukte konzipieren • Risiken identifizieren und die Risikosituation bewerten • innovative Vermarktungskonzepte entwickeln • anhand einer Abschlusspräsentation wesentliche Inhalte vorstellen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse der Versicherungswirtschaft sind hilfreich, aber nicht erforderlich. Die Anmeldung erfolgt per E-Mail an wiso-vwrm@fau.de unter Zusendung des Notenspiegels und des Lebenslaufs (beschränkte Teilnehmerzahl. Auswahl auf Basis der Studienleistungen und des Lebenslaufs).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation 20-30 Minuten, inklusive Protokoll zur Präsentation sowie Präsentationspapier, in Gruppenarbeit.
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (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**	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 52592	**Quantitative methods in energy market modelling**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: MA Quantitative Methods in Energy Market Modelling (3.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl
5	**Inhalt**	It is the purpose of the course to understand and quantitatively analyse the economic interaction of the players and institutions in liberalized energy markets. Liberalized electricity markets can be segmented in a regulated part (the networks) and the non-regulated parts (generation and retail) where private companies interact in a market environment. The interaction of the different agents is analysed with computational equilibrium frameworks based the concepts applied in industrial organization. Next to the fundamental understanding of the relevant market interaction, the models allow for a quantitative analysis of proposals for the design of energy markets. The participants thus develop the tools for an autonomous assessment of currently discussed policies in liberalized electricity markets (e.g. changed support schemes for renewables, changed network tariff systems, impact of capacity markets). The course aims at students in the field of economics /business as well as students in the fields of engineering and mathematics. An integral part of the course id formed by homework assignments conducted in groups. The ability to cooperate also beyond the classical limits of each discipline is an important qualification for the students careers, which should be stimulated in the context of this course.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students: • develop a clear picture of the relevant market participants in liberalized electricity markets and understand their incentives and objectives • learn fundamental concepts and models which allow to analyze the interaction at those markets • get to know important publically available data sources which allow for a quantitative analysis of the market situations considered • know the current challenges when designing those markets and can quantitatively analyze the solutions proposed in the current policy debate.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The students should be familiar with the mathematical methods acquired during their Bachelor degree. Institutional knowledge of electricity markets is not required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur schriftlich Written Exam (90 minutes) Written Assignment (Work on assignment sheets in groups of up to 3 students, approx. 15 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (80%) schriftlich (20%) Written Examination (80%) and Written Assignment (20%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Daniel Kirschen and Goran Strbac: Power System Economics, Wiley 2004. Steven Stoft: Power System Economics, Wiley 2002. Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes: Energiewirtschaft, Oldenbourg 2010.

1	**Modulbezeichnung** 52610	**Strategisches Innovationsmanagement** Strategic innovation management	**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. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In dem Seminar, welches vom Vorsitzenden des Vorstandes der DATEV eG, Herrn Dr. Robert Mayr, begleitet wird, erarbeiten die Studierenden zu wechselnden Rahmenfragestellungen in Gruppen Seminararbeiten. Die Ergebnisse dieser werden dann im Rahmen von zwei Blockterminen vorgetragen, verteidigt und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert und autonom Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext des strategischen Innovationsmanagements. Hierzu führen die Studierenden Dokumentanalysen und Literaturrecherchen durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Herrn Dr. Robert Mayer und Herrn Prof. Dr. Voigt verteidigt. Durch die Bearbeitung der Fallstudien in Kleingruppen wird das Übernehmen herausgehobener Verantwortung sowie die fachliche Weiterentwicklung der Studierenden gefördert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 52670	**Rechnungslegung und Reporting nach HGB/IFRS/ Solvency II bei Versicherungen** Accounting and reporting under HGB/IFRS/ Solvency II for insurance companies	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung "Rechnungslegung und Reporting nach HGB/IFRS/Solvency II bei Versicherungen" (2.0 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	• Die Versicherungswirtschaft im Kontext von Umweltschutz, sozialer Verantwortung und guter Unternehmensführung (ESG-Kriterien): Grundlagen und Hintergründe der Nachhaltigkeitsregulierung und -berichterstattung und die dazugehörige Regulierung (Taxonomie-VO, Offenlegungs-VO, CSRD) • Aktuelle Fragestellungen aus der Versicherungsbranche, insbesondere hinsichtlich regulatorischer Rahmenbedingungen (insb. Solvency II und Nachhaltigkeitsregulierung) und neuer Versicherungsprodukte bzw. -services und Innovationen. • Einführung zu Solvency II und der zugehörigen Versicherungstechnik (Marktwertbilanz, Kapitalanforderungen, Eigenmittel, Gruppenkonsolidierung, Publizitätsanforderungen). • Einblick in die Unternehmenspraxis von Versicherungen hinsichtlich der Bilanzierung (IFRS und HGB), Datenanforderung und Organisationsstruktur unter Solvency II mit perspektivischem Blick auf Modernisierungstrends. • Zukünftige Entwicklungen in der IT-/Prozesslandschaft bei Versicherungsgesellschaften und deren Auswirkung auf externe Prüfungsansätze.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Die Studierenden lernen aktuelle Herausforderungen aus der Versicherungsbranche sowie Modernisierungstrends kennen, können diese beurteilen und hinterfragen diese. • Die Studierenden lernen die tragende Rolle von Versicherern im Rahmen der europäischen Bestrebungen zu mehr Umweltschutz, sozialer Verantwortung und guter Unternehmensführung kennen (ESG-Kriterien) • Die Studierenden erlernen und untersuchen die grundlegende Konzeption eines Versicherungsunternehmens, vor allem hinsichtlich Solvency II. • Die Studierenden lernen strukturiert und interaktiv praxisrelevante Fragestellungen (u.a. IFRS 17/9) aus dem Versicherungsbereich zu lösen. • Die Studierenden sind in der Lage die Bilanzierung von Versicherungsunternehmen zu verstehen und können darüber

		hinaus Anforderungen ableiten, die hinsichtlich der (IT-) Prozesse oder der Datenqualität unter Solvency II benötigt werden. • Die Studierenden erlernen ein Verständnis für die Veröffentlichungsvorschriften von Solvency II. Darauf aufbauend erlangen sie Kenntnisse über die Jahresabschlussanalyse von Versicherungsunternehmen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Die Anmeldung erfolgt über StudOn - beschränkte Teilnehmerzahl, erste Stunde gleiche Chance ("StudOn-Happy-Hour"), danach Windhundverfahren.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Rahmen der Veranstaltung kommuniziert.

1	**Modulbezeichnung** 52761	**Strategische Vorausschau in Theorie und Praxis** Strategic forecasting in theory and practice	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Strategische Vorausschau in Theorie und Praxis (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christopher Münch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Trend- und Zukunftsforschung etabliert sich zunehmend als eigener Fach-/Funktionsbereich in Organisationen. In der Wirtschaft und bei Verbänden untersuchen Corporate Foresight-Experten die Zukunft von Industrien, Märkten, neuen Geschäftsmodellen oder aber der Wettbewerbslandschaft. Im öffentlichen Bereich werden im Sinne der regionalen Vorausschau vor allem die Stadt- und Raumentwicklung, gesellschaftliche und technologische Fragestellungen adressiert. Auch auf Bundesebene (s. BMBF Foresight Prozess) und in den Rahmenforschungsprogrammen der EU (s. European forward-looking activities) spielt die strategische Vorausschau inzwischen eine herausragende Rolle. Dieses Seminar vermittelt die Grundlagen der strategischen Vorausschau. Jede der drei Phasen des Vorausschau-Prozesses (Scanning, Foresight, Transfer) wird im Detail behandelt. Teilnehmer erhalten einen Überblick über die Methoden der Zukunftsforschung. Ein besonderer Fokus liegt auf der Szenariotechnik. Mittels vieler praktischer Beispiele wird gezeigt, wie heutige Entscheider aller Organisationen systematisch Zukunftsszenarien entwickeln und auf den eigenen Organisationskontext transferieren können. Zusätzlich bieten renommierte Gastredner der Zukunftsforschung den Teilnehmenden einen praxisnahen Einblick in die Methoden der strategischen Vorausschau.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden entwickeln ein nachhaltiges Verständnis für das Management von Dynamik und Komplexität. Nach Abschluss des Seminars ist man in der Lage: • Organisationen auf zukünftigen Wandel vorzubereiten • Systematisch neue Trends und schwache Signale aufzuspüren • Die Relevanz und Validität neuer Entwicklungen für eine Organisation zu bewerten • Die potenziellen Implikationen von Entwicklungen zu projizieren • Szenarien in einer strukturierten und systematischen Weise zu entwickeln • Szenarien im organisationalen Kontext einzusetzen • Den Mehrwert von Corporate Foresight zu illustrieren Die erlernten Inhalte können vielfältig im organisationalen Kontext eingesetzt werden, z.B. in Unternehmensentwicklung/ Strategieberatung, Innovations- und Risikomanagement. Eine Anwesenheitspflicht begründet sich für alle Teilnehmer des Seminars in der Präsentation der Ergebnisse, der regelmäßigen Darstellung

		und Diskussion der Seminararbeit und den damit verbundenen Feedbackschleifen in der Veranstaltung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine (Kenntnisse zu Strategie/Innovation jedoch hilfreich)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (60%) Präsentation (40%)
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**	von der Gracht, H. (2013) Survive: So bleiben Manager auch in Zukunft erfolgreich. Redline Wirtschaft. Kressenbrock, N. G., Salcher, M. & von der Gracht, H. (2015) Herausforderung Energie: Der Energieführerschein für die Entscheider von Morgen. Redline Wirtschaft.

1	**Modulbezeichnung** 52990	**Seminar energy markets**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Seminar Energy Markets (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl Prof. Dr. Veronika Grimm	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Veronika Grimm Prof. Dr. Mario Liebensteiner Ulrike Pfefferer Prof. Dr. Karl Gregor Zöttl
5	**Inhalt**	It is the purpose of the seminar to deepen the understanding of the economic interaction of the players and institutions in liberalized energy markets. The participants learn and develop the tools for an autonomous economic assessment of currently discussed policies in liberalized electricity markets (e.g. changed support schemes for renewables, changed network tariff systems, impact of capacity markets). In cooperation with experts from the industry, students are also confronted with the practitioners perspective which requires a more detailed application of the economic concepts employed. The course aims at students in the field of economics /business as well as students in the fields of engineering and mathematics. In the final workshop, all Students present and mutually discuss their results together with practitioners from the industry. The ability to communicate also beyond the classical limits of each discipline is an important qualification for the students careers, which should be stimulated in the context of this seminar. Language of the course in the summer term is German (due to cooperation with practice partners), and in the winter term English.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • learn fundamental concepts and models which allow to analyze the economic interaction at energy markets, • Learn to autonomously apply those methods, • Conceptualize coherent analysis of current policy discussion of how to design energy markets, • In close exchange with a practitioner from industry, learn to apply in meaningful way the conceptual analysis and discussions to real world problems. • Develop their presentation skills.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The students should be familiar with the mathematical methods acquired during their Bachelor degree. Admission requirements for Winter Term (at least one of the follwoing courses must have been passed): Economics of Climate Change Quantitative Methods in Energy Market Modelling Empirical Environmental Economics

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Summer Term: German (due to cooperation with practice partners), Winter Term: English
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich Seminararbeit Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (20%) Seminararbeit (50%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Daniel Kirschen and Goran Strbac: Power System Economics, Wiley 2004. Steven Stoft: Power System Economics, Wiley 2002. Wolfgang Ströbele, Wolfgang Pfaffenberger, Michael Heuterkes: Energiewirtschaft, Oldenbourg 2010.

1	**Modulbezeichnung** 53030	**Personalmanagement** Human resources management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Personalmanagement - Seminar; MIM-3030 (1.0 SWS) Vorlesung: Personalmanagement Vorlesung (2.0 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Theresa Bernhard Prof. Dr. Dirk Holtbrügge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Holtbrügge
5	**Inhalt**	1. Personalmanagement als strategischer Erfolgsfaktor der Unternehmungsführung 2. Theorien des Personalmanagements 3. Akteure des Personalmanagements 4. Bedingungen des Personalmanagement 5. Instrumente des Personalmanagement 5.1. Personalbedarfsplanung und deckung 5.2. Personaleinsatz 5.3. Personalentlohnung 5.4. Personalführung 6. Effizienz des Personalmanagement
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können Probleme des Personalmanagements aus rechtlicher, ökonomischer, betriebswirtschaftlicher, organisatorischer, psychologischer und ethischer Sicht analysieren sowie Lösungsvorschläge bewerten und eigenständig entwickeln. Sie können die Auswirkungen des Personalmanagement mit Hilfe anspruchsvoller Methoden der Personalforschung prognostizieren und Gestaltungsempfehlungen ableiten Sie lernen den aktuellen internationalen Forschungsstand zum Personalmanagement kennen und sind in der Lage, theoretische und empirische Studien in diesem Bereich kritisch zu reflektieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Sehr gute Deutschkenntnisse (C1)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Report Diskussionspapier (6 Seiten, 80% der Modulnote) und Präsentation (20% der Modulnote)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (20%) Report (80%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Holtbrügge, D.: Personalmanagement, 8. Aufl., Berlin et al., 2022.

1	**Modulbezeichnung** 53180	**Mathematical Optimization for Communications and Signal Processing** Mathematical optimization for communications and signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	The focus of this module is on methods for modeling and solving optimization problems as they occur in the field communication and signal processing. Starting from practical applications, different classes of optimization problems are introduced that include linear, mixed-integer linear, continuous non-linear as well as mixed-integer non-linear optimization problems. Advantages and disadvantages of different modeling techniques will be outlined and different reformulations will be presented in order to achieve efficient solution approaches. Students will learn how to present optimization results properly as well as how to interpret and evaluate these results for practical applications in communications and signal processing.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • have an overview over mathematical optimization in practice • apply mathematical optimization modeling and solution techniques • decide which solution approaches are suitable for which class of models • know available software and how to use it
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	A bachelor course in Mathematics for Engineers. Recommended are 3-4 courses in Mathematics for Engineers.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 53285	**Empirical environmental economics**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mario Liebensteiner
5	**Inhalt**	This module provides an introduction to focal issues of environmental economics with a particular focus on empirical investigations. The module sets out to make students familiar with state-of-the-art econometric research methods in environmental economics. Key issues will be carbon emissions from the energy and transportation sectors, carbon pricing, integration and subsidization of renewable energies, and the effectiveness of different climate policies.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	• Students get to know fundamental problems of environmental economics (e.g. problems of air pollution from burning fossil fuels, integration of renewable energy sources, and effective policy making) • Students get to know recent econometric approach
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic microeconomics Basic econometrics (at least multivariate OLS regressions)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (20%) Klausur (80%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Journal articles and other relevant reading materials: will be distributed to course participants via StudOn Wooldridge, J.M. 2012 Introductory Econometrics: A Modern Approach. South-Western Cengage Learning.

1	**Modulbezeichnung** 53330	**Workshop capital markets research**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Die Anwesenheit in der Lehrveranstaltung ist Voraussetzung für die Prüfungsteilnahme	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	In diesem Seminar lesen, präsentieren und diskutieren die Studierenden aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Gebiet der Finanzierung, die in international führenden Zeitschriften erscheinen bzw. erschienen sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erarbeiten sich in Gruppen durch eigenständige Recherche und Ausarbeitung von Präsentationen zu hochrangigen, internationalen Publikationen neues Wissen, das sie den Teilnehmern des Seminars vermitteln. • können ihre zuvor in Vorlesungen erworbenen theoretischen Kenntnisse im Rahmen interaktiver Präsentationen anwenden. • beurteilen quantitative Methoden, die in aktuellen Forschungsarbeiten zum Einsatz kommen und wenden ausgewählte Methoden an exemplarischen Datensätzen an. • geben und erhalten im Rahmen offener Diskussionen zu den Präsentationen ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vertiefte Kenntnisse im Bereich Finance.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation/Präsentationspapier (ca. 60-90 Min., tw. in Gruppenarbeit) und Diskussionsbeitrag (während der Veranstaltungstermine) *Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI in der jeweils geltenden Fassung alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht*

		möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Präsentation/Präsentationspapier (50 %) und Diskussionsbeitrag (50 %)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 53410	**Business strategy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Hungenberg Prof. Dr. Sebastian Junge
5	**Inhalt**	This course focuses on selected theories, concepts, and tools of strategic management. It is concerned with formulation and implementation of strategies, focusing on the business level of strategy. At business level, customer value and competitive advantage are the central issues. In this context, the digital transformation triggers digital business models, such as platform strategies or other related disruptive innovations. Therefore, the digital transformation is a central focus of this course. The course uses a combination of lectures, discussions and case studies in order to provide the analytic and conceptual foundations for making strategic decisions at business level.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	By the end of the course, students can appreciate the need for a comprehensive approach to strategy making and they are aware of top management's role in setting the direction of a company. Students develop knowledge of theories, concepts and tools of business strategy and they develop an understanding of the application of concepts and tools to real life cases.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, 8th Ed., Wiesbaden 2014 Dess, G., McNamara, G., Eisner, A.: Strategic management,10th Ed., Maidenhead 2020

1	**Modulbezeichnung** 53422	**Produktions- und Supply Chain Management** Production and supply chain management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Tutorium: Stud. Tutorium: Produktions- und Supply Chain Management (1.0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Christopher Münch
5	**Inhalt**	Unternehmerisches Handeln mit dem Ziel der Wertschöpfung vollzieht sich in Prozessen. Dieser Kurs macht mit den Grundlagen, Konzepten und Methoden des Produktions- und Supply Chain Managements vertraut. Der Kurs ist eine Kombination aus Vorlesungen und Diskussion von aktuellen Forschungsarbeiten im Rahmen von Übungen. Zusätzlich werden in den Übungen Berechnungen unterschiedlicher Vorlesungsschwerpunkte durchgeführt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden beurteilen die Bedeutung von Prozessen im Unternehmen. Sie haben die Fähigkeit, Prozesse im Sinne der Wertschöpfung zielgerichtet zu gestalten. Die Studierenden verfügen über die Kernkompetenzen des Prozessmanagements entlang der kompletten Wertschöpfungskette und wenden diese Kompetenzen in praxisrelevanten Übungen an.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Kurs bekanntgegeben

1	**Modulbezeichnung** 53430	**Controlling of business systems**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Controlling of Business Systems Klausurenkurs (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Thomas Fischer Sebastian Gaschler Jonas Albers	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Fischer
5	**Inhalt**	• Einführung in das Controlling von Wertschöpfungssystemen • Wertorientierte Kennzahlen • Kunden-Controlling • Anreizsysteme als Instrument zur Steuerung von Geschäftsbereichen • Unternehmerische Nachhaltigkeit • Digitalisierung und Controlling
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden kennen relevante Controlling-Instrumente, um die Geschäftsbeziehungen eines Unternehmens zu wesentlichen Stakeholdergruppen (Kapitalgeber, Kunden, Mitarbeiter) nachhaltig erfolgreich steuern, d. h. planen und kontrollieren, zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: • Bachelor-Modul Kostenrechnung und Controlling • Bachelor-Modul Controlling of Business Development • Coenenberg, A. G./Fischer, T. M./Günther, T.: Kostenrechnung und Kostenanalyse, 9. Aufl., Stuttgart 2016, Kapitel 1-6, 14 und 15.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Da die Dienstzeit von Herrn Prof. Dr. Thomas M. Fischer planmäßig am 30.09.2025 enden wird, ist eine **letztmalige Erstanmeldung** zur Prüfung Controlling of Business Systems (CBS) im **Wintersemester 2024/25** möglich. Nach diesem Termin können lediglich Wiederholungsprüfungen absolviert werden, aber keine neuen Erstanmeldungen mehr vorgenommen werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Fischer, T. M./Möller, K./Schultze, W.: Controlling, 2. Aufl., Stuttgart 2015 • Coenenberg, A. G./Fischer, T. M./Günther, T.: Kostenrechnung und Kostenanalyse, 9. Aufl., Stuttgart 2016

1	**Modulbezeichnung** 53450	**Technology and innovation management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Technology and Innovation Management (V) (2.0 SWS) Kolloquium: Technology and Innovation Management - KO (1.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Lauren Mackintosh Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Technologien und Innovationen sind die Basis des Erfolgs und Wachstums eines jeden Unternehmens. Dieser Kurs behandelt Theorien, Konzepte und Werkzeuge des Technologie- und Innovationsmanagements. Spezielle Themen sind z.B. ökonomische Entscheidungstatbestände im Technologiemanagement bzw. im disruptiven technologischen Wandel, Erfolgsfaktoren von Innovationen, die Gestaltung von Innovationsprozessen, Timing-Strategien, die Öffnung des Innovationsmanagements nach außen sowie die Innovation ganzer Geschäftsmodelle. Die Themen werden außerdem mit praktischen und aktuellen Schwerpunktthemen verknüpft um so einen Anwendungsbezug darzustellen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	In diesem Modul lernen die Studierenden ein umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen sowie den aktuellen Erkenntnisstand im Bereich des Technologie- und Innovationsmanagements kennen. Nach Abschluss des Moduls können sie die bedeutende Rolle von Technologien und Innovationen als Wettbewerbsvorteil für Industrie- und Dienstleistungsunternehmen einschätzen und bewerten. Dieses Wissen wird durch zahlreiche praktische Beispiele vertieft. Des Weiteren sind die Studierenden dann in der Lage, das Wissen über die Methoden und Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements erfolgreich auf neuartige, konkrete praktische Probleme zu transferieren und diese dort zur Problemstrukturierung und -lösung einzusetzen. Sie können somit Sachverhalte in diesem Bereich einschätzen und hinterfragen. Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierende komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung von Aufgaben im Technologie- und Innovationsmanagement zu finden und erfolgreich anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Ahmed, P.; Shepherd, C.: Innovation Management Context, Strategies, systems and processes, Pearson, Essex, 2010. Voigt, K.-I.: Industrielles Management, 1. Aufl., Berlin u. a., 2008.

1	**Modulbezeichnung** 53521	**Kostenträger I** Health insurance I: Statutory health insurance	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	Diese Veranstaltung ist als Einstiegsveranstaltung in das MiGG-Studium konzipiert. Neben einem Überblick über das gesamte Studienprogramm wird hier in erster Linie das Gesundheitssystem als Ganzes sowie die Gesetzliche Krankenversicherung (GKV) mit den Krankenkassen als Träger behandelt. Thematisiert werden beispielsweise der Versichertenkreis der GKV, der Leistungsumfang und die Finanzierung (Gesundheitsfonds, Morbi-RSA).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erwerben ein vertieftes Verständnis über das Zusammenspiel der für das Gesundheitswesen zentralen Akteure auf der Kostenträger- und der Leistungserbringerseite, • werden in die Lage versetzt, dieses Zusammenspiel eingehend zu analysieren, • antizipieren künftige Entwicklungen im Bereich der gesetzlichen Krankenversicherungen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Lampert, H. / Althammer, J./ Sommer, M.: Lehrbuch der Sozialpolitik, 10. Aufl., Heidelberg, 2021.

		• Busse, R., Schreyögg, J., Stargadt, T. (Hrsg.): Management im Gesundheitswesen, 5. Aufl., Berlin 2022. • Sozialgesetzbuch, insbesondere SGB V

1	**Modulbezeichnung** 53531	**Pharmamanagement I**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltung werden insbesondere die Akteure in der Arzneimittelversorgung sowie die verschiedenen Wertschöpfungsstufen der pharmazeutischen Industrie von den Arzneimittelherstellern, über den Großhandel hin zu den Apotheken thematisiert. Vertieft werden die Themenbereiche regulatorische Rahmenbedingungen, Geschäftsmodelle, strategische Fragestellungen sowie Forschung- und Entwicklung, Zulassung und Preisfindung (AMNOG-Prozess) von Arzneimitteln.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erschließen die Komplexität der pharmazeutischen Branche und die Wechselwirkungen zwischen den Branchenakteuren • analysieren klinische Studien und deren Bedeutung für die Vermarktung von Arzneimitteln • vertiefen ihre Kenntnisse anhand aktueller Fallbeispiele, für die sie eigenständig Lösungen entwickeln
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Schöffski, O. / Fricke, F. U. / Guminski, W. (Hrsg.): Pharmabetriebslehre, 2. Aufl., Berlin u. a., 2008. Fischer, D.,

		Breitenbach, J. (Hrsg.): Die Pharmaindustrie, 4. Aufl., Berlin u.a., 2013 • Busse, R., Schreyögg, J., Stargardt, T. (Hrsg.): Management im Gesundheitswesen, 4. Aufl., Berlin u.a., 2017

1	**Modulbezeichnung** 53541	**Krankenhausmanagement I** Hospital management I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	Gegenstand dieser Veranstaltung ist der stationäre Sektor im Gesundheitswesen. Krankenhäuser zu managen, ist angesichts ihrer hohen Komplexität eine besondere Herausforderung. Es werden Verfahren vermittelt, mit denen dies erfolgreich gelingen kann. Neben geeigneten Managementtechniken werden maßgeschneiderte Verfahren des mathematisch gestützten Operations Research behandelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • stellen den Krankenhaussektor als zentrales Element des Gesundheitswesens dar, • ordnen die beteiligten Interessens- und Betroffenengruppen, welche häufig gegenläufige Ziele haben, ein, • würdigen die Komplexität des Systems Krankenhaus auf der Grundlage von Fallstudien und Beispielen aus der realen Krankenhauswelt, • arbeiten eigene Lösungsvorschläge aus, stellen diese im Plenum vor und erhalten ein konstruktives Feedback dazu.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 53551	**Ambulantes Management I** Outpatient management I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	Die Veranstaltung beschäftigt sich mit der ambulanten Versorgung in Deutschland, wobei der Schwerpunkt auf der vertragsärztlichen Versorgung liegt. Konkret geht es hierbei beispielsweise um die beteiligten Akteure und deren Aufgaben, die verschiedenen Organisationsformen sowie um Fragen der Finanzierung und Vergütung. Die Beschäftigung mit den aktuellen Herausforderungen sowie den neuen Versorgungsformen (z. B. Besondere Versorgung, hausarztzentrierte Versorgung, usw.) bildet einen weiteren Themenkomplex. Diese Veranstaltung ist zum einen durch einen informativen Charakter geprägt, zum anderen trägt sie zum Aufbau des kritischen Denkens bei Studierenden im Rahmen des komplexen Gesundheitssystems bei. Sie verbindet außderdem die Theorie und Praxis und trägt so zu nachhaltigen Entwicklungen bei.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten einen detaillierten Einblick in die verschiedenen Facetten der ambulanten und integrierten Versorgung und können diese diskutieren und gegenüberstellen • können insbesondere die bestehenden Organisationsformen erläutern sowie die Entstehung neuer Versorgungsformen erklären und bewerten • verstehen die Finanzflüsse und die bestehenden Strukturen bzw. Institutionen im ambulanten Bereich und können diese hinterfragen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Busse, R., Schreyögg, J., Stargadt, T. (Hrsg.) Management im Gesundheitswesen, 5. Aufl. Berlin Heidelberg, 2022. • Weatherly, J.N., Seiler, R., Meyer-Lutterloh K., Schmid, E., Lägel, R., Amelung, V.E.: Leuchtturmprojekte Integrierter Versorgung und Medizinischer Versorgungszentren, Berlin, 2007. • Sozialgesetzbuch, insbesondere SGB V. • Amelung, V.E., Eble, S., Hildebrandt, H.: Innovatives Versorgungsmanagement, Berlin, 2011.

1	**Modulbezeichnung** 53561	**Medizin** Medicine	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	Medizinische Grundlagen für Wirtschaftsstudierende, insb. medizinische Terminologie, fachübergreifende Interdisziplinarität im Gesundheitswesen, Anatomie, Physiologie und Pathologie der wichtigsten Organsysteme, Diagnostik am Beispiel des Bewegungsapparats (incl. Anamnese, Untersuchungstechniken, ärztliche Arbeitstechniken, Medizintechnik), Therapien am Beispiel des Bewegungsapparats (insb. operative und konservative Therapien), Notfallmedizin. Außerdem Überblick über volkswirtschaftlich und epidemiologisch wichtige Erkrankungen, Krankheitsbilder und Symptome, diagnostische und therapeutische Möglichkeiten mit praktischen Beispielen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlangen Kenntnisse über medizinische Grundlagen • erlangen ein Verständnis über die Bedarfe in der Behandlung von Patienten • erlangen Wissen zu Methoden medizinischer Forschung, ethischen und rechtlichen Aspekten sowie zur Berufskunde
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 53622	**Businessplanseminar** Business plan seminar	**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. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Businessplanseminars werden Verbesserungsideen für das Geschäftsmodell von realen Praxispartnern gesammelt, ausgearbeitet, präsentiert und in Form eines detaillierten Businessplans beschrieben. Dazu erhalten die Studierenden kurze inhaltliche Erläuterungen zu den Zielsetzungen und Bestandteilen eines Businessplans.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten im Rahmen des Seminars in Arbeitsgruppen einen vollständigen, schriftlichen Businessplan selbstständig aus. Zur Bearbeitung der einzelnen Businessplanbestandteile verfügen die Studierenden über erweitertes Wissen in angrenzenden Bereichen und erschließen darüber hinaus Informationen eigenständig über geeignete Dokumentenrecherche, empirische Erhebungen und/oder vom Praxispartner. Die gesammelten Informationen müssen bewertet, beurteilt, verglichen und themenspezifisch als Präsentation aufbereitet werden. Bei unvollständigen oder widersprüchlichen Informationen wägen die Studierenden diese gegeneinander ab und entwickeln Lösungsmöglichkeiten für den Umgang mit fehlenden oder uneinheitlichen Informationen. Der Aufbau des Seminars bedingt, dass die Studierenden fachliche Entwicklungen anderer Kommilitonen ebenfalls gezielt fördern, bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen führen sowie wertschätzendes Feedback auf die Zwischenpräsentationen der anderen Seminarteilnehmer geben. Eine abschließende Präsentation trägt darüber hinaus dazu bei, die Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten der Studierenden zu schulen. Aus diesen Gründen herrscht Anwesenheitspflicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Hausarbeit Umfang der Hausarbeit: 5.000 Wörter Präsentationsleistung: 10 Minuten Präsentation + 20 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (50%) Hausarbeit (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Handbuch Businessplan-Erstellung von BayStartup. • Nagl, A. (2014): Der Businessplan: Geschäftspläne professionell erstellen mit Checklisten und Fallbeispielen. Wiesbaden: Springer Gabler.

1	**Modulbezeichnung** 53640	**Industrielles Management** Industrial management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Industrielles Management (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Viktoria Leutheuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Die Veranstaltung bietet einen tiefergehenden Einblick in das Management industrieller Unternehmen. Betrachtet werden nicht nur bisherige theoretische und empirische Erkenntnisse, sondern insbesondere auch aktuelle Managementaufgaben und -methoden in einem Industriebetrieb. Die Erkenntnisse zum industriellen Management werden mit einem praktischen und aktuellen Schwerpunktthema verknüpft, um so einen Anwendungsbezug darzustellen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben ein umfassendes, detailliertes sowie spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand aus dem Bereich des industriellen Managements und die Fähigkeit, strategisch zu denken. Durch die tiefergehende Analyse eines praxisrelevanten Schwerpunktthemas erhalten die Studierenden zudem einen tiefergehenden Einblick in die aktuellen Problemfelder und Herausforderungen von Industrieunternehmen. Die erworbenen analytischen und konzeptionellen Fertigkeiten befähigen die Studierenden, komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Voigt, K.-I.: Industrielles Management, Berlin u. a., 2008.

1	**Modulbezeichnung** 53651	**Global operations strategy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	During the past decades, operations have become increasingly international or even global in nature. Drivers of the globalization include increased competitiveness through offshore manufacturing and global sourcing. During this module, the increasing complexity and the challenges of operations on a global scale will be discussed together with the participants. The theory modules at the beginning structure the options of a general operations strategy and illustrate its implementation in the organization. The subject specific modules, elaborated by the participants, enable a profound understanding of single activity areas of global operations and their relation to the global operations strategy. Therewith the students will get insights in the importance of an integrated global operations strategy and will become familiar with the main strategic options in this field. *All participants have to register in advance on StudOn! The registration for GOS on StudOn starts in early October. The number of participants is limited to 70.*
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Participation in the first seminar session is mandatory, as the topics for the teamwork are chosen during this session by the participants. In the following weeks, based on own research using scientific sources, key topics are elaborated in teams. Following predefined learning targets, the students need to structure the elaborated content in an academic presentation and present their results in class. Thereby, the teams are responsible for developing a didactic concept in order to support the understanding of the discussed topics. Furthermore, the participants are required to document their research method as well as their results. After the course, the participants are able to discuss the functions and impact of operations management in an international context.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Abele, E. et al. (2008): Global Production. A Handbook for Strategy and Implementation. Berlin: Springer. Reid, R. D. & Sanders N. R. (newest ed.): Operations Management. Hoboken: Wiley & Sons. Slack, N. & Lewis, M. (newest ed.): Operations Strategy. Harlow: PrenticeHall.

1	**Modulbezeichnung** 53674	**Strategic problem solving in the digital age**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Strategic Problem Solving in the digital Age (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sebastian Junge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Hungenberg Prof. Dr. Sebastian Junge
5	**Inhalt**	Durch die Einflüsse der fortschreitenden Digitalisierung stehen ganze Branchen vor dem Umbruch und deren Unternehmen vor neuen Herausforderungen. Data security, eServices, Connected mobility und eHealth sind nur einige der Schlagwörter, mit denen sich die Unternehmen beschäftigen müssen, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Veranstaltung befasst sich mit den Lösungskonzepten dieser strategischen Herausforderungen und deren managementorientierter Kommunikation. Der Fokus liegt neben der Problemstrukturierung auf einer, durch Theorie gestützten, praxisnahen Problembearbeitung sowie der adäquaten Kommunikation der Problemlösung. Den Studierenden werden hierfür moderne, zielgruppenspezifische Vorgehensweisen und (Methoden-)Techniken vermittelt. Die interaktive Veranstaltung schließt die Bearbeitung einer realen Fallstudie mit abschließender Ergebnispräsentation durch Studierendenteams ein.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen fortgeschrittene Methoden und Instrumente kennen, die im Rahmen des (strategischen) Managements von Unternehmen eine große Rolle spielen und diese auf praktische Fragestellungen anwenden können. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf fortgeschrittenen Methoden der Problemstrukturierung (z.B. System Dynamics) und Kommunikation (z.B. Stickyness). Darauf aufbauend entwickeln die Studierenden im Rahmen einer realen Fallstudie aus der Unternehmenspraxis eine Präsentation, um die von ihnen erarbeitete Problemlösung zu kommunizieren. Innerhalb dieser Kooperation lernen die Studierenden, eine aktuelle strategische Herausforderungzu einem eingegrenzten Themenbereich zu bearbeiten, einen Lösungsvorschlag zu entwickeln und diesen in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. Hierdurch werden fachliche und persönliche Kompetenzen entwickelt. Die Studierenden geben und erhalten im Rahmen interaktiver Präsentationen der Arbeitsergebnisse ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Teilnehmerzahl ist auf maximal 20 Studierende begrenzt. Der Bewerbungszeitraum wird über Homepage oder StudOn bekannt gegeben. https://www.unternehmensfuehrung.rw.fau.de/studium-lehre/aktuelle-lehre/strategic-problem-solving-in-the-digital-age/
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Hungenberg, H.: Problemlösung und Kommunikation im Management: Vorgehensweise und Techniken, 3. Aufl., München, 2010. Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, 8. Aufl., Wiesbaden 2014. Minto, B.: The Pyramid Principle, London, 4. Aufl., Harlow 2009. Cialdini, R.: The Psychology of Persuasion, 2007. Heath, C. and Heath, D.: Made to Stick, 2007.

1	**Modulbezeichnung** 53700	**Corporate Investment Controlling** Corporate investment controlling	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Corporate Investment Controlling (Übung) (2.0 SWS) Vorlesung: Corporate Investment Controlling (Vorlesung) (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Nils Kneußel Lena Pager Prof. Dr. Thomas Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Fischer
5	**Inhalt**	• Grundlagen des Beteiligungscontrollings • M&A-Strategien • Beteiligungen und Reporting • Anreizsysteme im Beteiligungscontrolling
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können Instrumente einschätzen, die Unternehmen für die strategische und operative Planung, Steuerung und Kontrolle von Beteiligungen einsetzen. Im Einzelnen kennen die Studierenden M&A-Strategien, Reporting von Beteiligungen und Anreizsysteme im Beteiligungscontrolling.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfehlung: • Grundlagen der Bilanzierung, • Grundlagen Investition und Finanzierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Da die Dienstzeit von Herrn Prof. Dr. Thomas M. Fischer planmäßig am 30.09.2025 enden wird, ist eine **letztmalige Erstanmeldung** zur Prüfung Corporate Investment Controlling (CIC) im **Sommersemester 2024** möglich. Nach diesem Termin können lediglich Wiederholungsprüfungen absolviert werden, aber keine neuen Erstanmeldungen mehr vorgenommen werden.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch

16	**Literaturhinweise**	• Burger, A./Ulbrich, P./Ahlemeyer, N.: Beteiligungscontrolling, 2. Aufl., München 2010. • Schultze, W./Hirsch, C.: Unternehmenswertsteigerung durch wertorientiertes Controlling, München 2005. • Fischer, T. M./Möller, K./Schultze, W.: Controlling, 2. Aufl., Stuttgart 2015. • Coenenberg, A. G./Fischer, T. M./Günther, T.: Kostenrechnung und Kostenanalyse, 9. Aufl., Stuttgart 2016.

1	**Modulbezeichnung** 53710	**Foundations of international management I**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Foundations of International Management I (1 ECTS, Seminar) (1.0 SWS) Vorlesung: Foundations of International Management I (2.0 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Maxim Grib Prof. Dr. Dirk Holtbrügge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Holtbrügge
5	**Inhalt**	1. Environment of International Management: History and Major Trends 2. Theoretical and Conceptual Foundations of International Management 3. Theories of Internationalization 4. Strategic Management in International Corporations.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The participants understand and analyze typical management problems of international firms. The participants will get to know modern theories and methods of international management and will be able to apply these to practical problems. They get a detailed overview of the current state of international management research and are able to evaluate theoretical and empirical studies in this area critically.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	English language proficiency (C1)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Report Präsentation *Details for the examination for the lecture: Report (6 pages)* *Details for the examination for the seminar: Oral presentation (attendance mandatory)*
11	**Berechnung der Modulnote**	Report (80%) Präsentation (20%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Holtbrügge, D. & Welge, M.K. (2020). International Management. Mimeo, Nürnberg (chapters 1-4).

		Holtbrügge, D. & Haussmann, H. (eds.) (2024). Internationalization Strategies of Firms. Case Studies from the Nürnberg Metropolitan Region. 3rd edition. Baden-Baden: Nomos.

1	**Modulbezeichnung** 53720	**Foundations of international management II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Foundations of International Management II (1 ECTS, Seminar) (1.0 SWS) Vorlesung: Foundations of International Management II (2.0 SWS)	1 ECTS 4 ECTS
3	Lehrende	Maxim Grib Prof. Dr. Dirk Holtbrügge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Dirk Holtbrügge
5	**Inhalt**	1. Organization of International Corporations 2. Human Resource Management in International Corporations 3. Public Affairs Management in International Corporations
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The participants understand and analyze typical management problems of international firms. The participants will get to know modern theories and methods of international management and will be able to apply these to practical problems. They get a detailed overview of the current state of international management research and are able to evaluate theoretical and empirical studies in this area critically.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Successful attendance of Foundations of International Management I English language proficiency (C1)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Report *Details for the examination for the lecture: Report (6 pages)* *Details for the examination for the seminar: Oral presentation (attendance mandatory)*
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (20%) Report (80%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Holtbrügge, D. & Welge, M.K. (2020): International Management. Mimeo, Nürnberg (chapters 5, 6 & 8).

		Holtbrügge, D. & Haussmann, H. (eds.) (2024). Internationalization Strategies of Firms. Case Studies from the Nürnberg Metropolitan Region. 3rd edition. Baden-Baden: Nomos.

1	**Modulbezeichnung** 53730	**Corporate strategy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Corporate Strategy (3.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Sebastian Junge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sebastian Junge
5	**Inhalt**	This interactive course teaches the basic principles of strategic management at the corporate level (economic theories and multibusiness firms, value management, parenting advantage). In addition, elementary corporate management topics such as diversification and portfolio planning are addressed. In times of digital change, it is even more essential to identify suitable strategic initiatives in order to successfully strengthen and sustainably defend one's own position. In this context, measures such as mergers, acquisitions and divestments at group level will be discussed. Increased relevance is given to challenges that arise for corporations on the basis of the digital transformation. For this purpose, platform operators are analyzed as examples, but also dynamic industries such as financial services or the automotive sector are examined.The students work in teams on a current issue related to the above-mentioned content and develop a presentation and a case study.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	At the end of the course, students will be able to • assess various concepts and instruments of strategic management at corporate level against the background of digital trends and current research findings and apply them to specific issues; • present complex issues in a structured way in front of third parties as well as find convincing solution proposals and defend them argumentatively; • develop a case study on a current issue from the field of corporate strategies and to prepare it in an application-oriented manner; • deepen their skills in teamwork; • deal rationally and responsibly with conflicts of interest and communication in the context of group work and to recognize differences in patterns of thought and action and use them to find solutions in a goal-oriented manner.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Business Strategy (recommended) The number of participants is limited. The application process will be announced via the homepage. https://www.unternehmensfuehrung.rw.fau.de/studium-lehre-2/aktuelle-lehre/corporate-strategy/
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation/Hausarbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation/Hausarbeit (100%) The module grade is weighted according to 50% presentation (approx. 25 minutes) and 50% written assignment (approx. 15 pages).
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, 8. Aufl., Wiesbaden, 2014. Additional literature will be announced at the beginning of the course.

1	**Modulbezeichnung** 53763	**Supply chain management research seminar**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Supply chain management research seminar (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christoph Küffner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Gegenstand dieser Veranstaltung stellen wechselnde Themen aus Forschung und Praxis im Supply Chain Management dar. Dieses Seminar soll dazu dienen, aktuelle Forschungsfragen und Konzepte im Supply Chain Management anwendungsorientiert zu bearbeiten. Anhand wissenschaftlicher Methoden sollen diese Forschungsansätze aufbereitet und abschließend deren mögliche Übertragung in die Praxis diskutiert werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlangen vertiefte Kenntnisse im Bereich der Forschung im Supply Chain Management und deren Auswirkungen auf die Praxis und die Fähigkeit, vorgestellte Theorien zu verstehen. Sie erlernen durch die eigenständige Bearbeitung wechselnder, forschungsorientierter Themen eine analytische Vorgehensweise und spezifische Fachkenntnisse zur Argumentation und Erstellung einer wissenschaftlichen Arbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Produktions- und Supply Chain Management;
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Seminararbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Kurs bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 53770	**Finanz- und Bankmanagement** Financial and bank management	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	• Klassische Ansätze zum Management von Marktzinsrisiken • Darstellung und Bewertung moderner Finanzinstrumente und Finanzprodukte (z.B. Optionen, Futures, Forwards und Swaps) • "Value at Risk" zur Messung finanzieller Risiken • Aufbau und Funktion von Finanzsystemen • Steuerungssysteme für Finanzunternehmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • ermitteln Zinsrisiken von Anleiheportfolios und beurteilen Instrumente zur Reduktion von Zinsrisiken und deren Einsatz aus Kundensicht. • können diverse Fixed-Income Produkte wie Kupon-Anleihen, Floating Rates Notes und Zinsswaps bewerten und deren Chancen-Risiko-Profile beurteilen. • bestimmen die Kennzahl "Value at Risk" für Portfolios und unter Anwendung verschiedene Konzepte der Volatilitätsschätzung. • können den generellen Aufbau und die Funktion des Banken- und Finanzsystems erläutern • beurteilen auf Basis der Marktzinsmethode die Geschäftspolitik einer Bank.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Hartmann-Wendels, T. / Pfingsten, A. / Weber, M.: Bankbetriebslehre, Berlin u.a. Weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 53910	**Workshop: Finance**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Workshop Finance (3.0 SWS) Die Anwesenheit in der Lehrveranstaltung ist Voraussetzung für die Prüfungsteilnahme.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Hendrik Scholz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	In diesem Seminar lesen, präsentieren und diskutieren die Studierenden aktuelle Forschungsarbeiten aus dem Gebiet der Finanzierung, die in international führenden Zeitschriften erscheinen bzw. erschienen sind.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erarbeiten sich in Gruppen durch eigenständige Recherche und Ausarbeitung von Präsentationen zu hochrangigen, internationalen Publikationen neues Wissen, das sie den Teilnehmern des Seminars vermitteln. • können ihre zuvor in Vorlesungen erworbenen theoretischen Kenntnisse im Rahmen interaktiver Präsentationen anwenden. • beurteilen quantitative Methoden, die in aktuellen Forschungsarbeiten zum Einsatz kommen und wenden ausgewählte Methoden an exemplarischen Datensätzen an. • geben und erhalten im Rahmen offener Diskussionen zu den Präsentationen ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Vertiefte Kenntnisse im Bereich Finance
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Präsentation/Präsentationspapier (ca. 60-90 Min., tw. in Gruppenarbeit) und Diskussionsbeitrag (während der Veranstaltungstermine) *Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI in der jeweils geltenden Fassung alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung.*
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Präsentation/Präsentationspapier (50 %) und Diskussionsbeitrag (50 %)

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**	wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 54141	**Advanced marketing management II: Advanced topics in marketing**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Advanced Topics in Marketing (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nicole Koschate-Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicole Koschate-Fischer
5	**Inhalt**	The module discusses recent insights from research on consumer behavior. Building upon theoretical and conceptual fundamentals, students acquire an advanced understanding of how marketing measures impact consumer experience and behavior. Implications for the industry are illustrated by various practical examples.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students can explain and apply fundamental as well as more advanced scientific evidence on the impact of marketing measures on consumer experience and behavior. They can interpret scientific studies, put them in context, and discuss them critically. Based on the acquired knowledge, students can independently derive practical implications and recommendations.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	none; Please note that only a limited number of students can take the course. For further information on course registration, please see our homepage.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) Please note that the exam can only be taken during the summer term.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Hoyer, W. D., MacInnis, D. J., Pieters, R. (2023), Consumer Behavior, 8. Auflage, Cengage Learning.

1	**Modulbezeichnung** 54162	**Advanced marketing management IV**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Strategisches Marketing (Master) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	Das strategische Marketing beinhaltet die langfristige Planung der Marketingmaßnahmen. In dieser Veranstaltung werden die Grundlagen des strategischen Marketings vorgestellt. Im Mittelpunkt stehen dabei die Instrumente des strategischen Marketings, wie z.B. Marktanalysen und Wettbewerbsstrategien. Praktische Erfahrungen im Bereich des strategischen Marketings werden den Studierenden durch die Teilnahme an einem Marketingplanspiel im Rahmen dieser Veranstaltung vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können wissenschaftliche Grundlagen sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen des strategischen Marketings erläutern und anwenden. Im Besonderen können sie in vertiefter und kritischer Weise Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches erläutern, anwenden und reflektieren. Studierende können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und praktischer Probleme im strategischen Marketing entwickeln und anhand eines Marketingplanspiels anwenden. Sie können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren, in Diskussionen argumentativ vertreten, sowie das eigene Argumentationsverhalten in kritischreflexiver Weise erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Kernbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit+Vortrag schriftlich/mündlich Seminararbeit und Präsentation im Rahmen der Fallstudienbearbeitung (Gruppenleistungen): - Seminararbeit: 7 Folien inklusive Titelfolie und Literaturangaben (5 Inhaltsfolien) - Präsentation + anschließende Diskussion: 20 Min Strategiekonzept und Reflexion im Rahmen des Planspiels (Gruppenleistungen):

		- Strategiekonzept: ca. 6 Seiten - Reflexion + anschließende Diskussion: 25 - 30 Min
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit+Vortrag (50%) schriftlich/mündlich (50%) 50%: Seminararbeit (30%) + Präsentation (20%) 50%: Strategiekonzept (30%) + Reflexion (20%)
12	**Turnus des 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**	Backhaus, K., Schneider, H. (2020): Strategisches Marketing, 3., überarb. Aufl., Stuttgart. Benkenstein, M., Uhlrich, S. (2021): Strategisches Marketing: Ein wettbewerbsorientierter Ansatz, 4., erw. und aktual. Aufl., Stuttgart.

1	**Modulbezeichnung** 54171	**Advanced marketing management V**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Business-to-business Marketing (Vorlesung) (2.0 SWS) Seminar: Business-to-Business Marketing (Case Study) (1.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Fürst	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Fürst
5	**Inhalt**	In vielen Branchen (z.B. Konsumgüterbranche, Handel, verarbeitendes Gewerbe) findet ein wesentlicher Teil der Transaktionen zwischen Unternehmen und organisationalen Kunden (wiederum Unternehmen bzw. öffentliche Institutionen) statt. Die Veranstaltung verdeutlicht die Besonderheiten des Business-to-Business Marketing auf Nachfrager- und Anbieterseite. Die Studierenden lernen im Rahmen der Vorlesung zunächst Strukturen, Prozesse und Akteure auf B2B-Märkten kennen. Vor diesem Hintergrund entwickeln sie im zweiten Teil der Veranstaltung Lösungsansätze zu ausgewählten Fallstudien aus der Praxis.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen über vertiefendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen im Fach Business-to-Business Marketing. Sie können die Besonderheiten des Business-to-Business Marketings auf Nachfrager- und Anbieterseite erläutern und kritisch hinterfragen. Darüber hinaus können sie im Rahmen der Be- bzw. Erarbeitung von Fallstudien das in der Vorlesung vermittelte Wissen vertiefen und praktisch anwenden. Sie können neue Lösungskonzepte entwickeln und auf einem wissenschaftlichen Niveau verteidigen. Durch die Be- bzw. Erarbeitung der Fallstudien in Kleingruppen können die Studierenden kooperativ und verantwortlich arbeiten sowie das eigene Kooperationsverhalten in Gruppen kritisch reflektieren und erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine; Die Teilnehmendenzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Pflichtbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Fallstudie(n) Umfang der Leistungen: Klausur: 60 Minuten Fallstudie(n): Abgabe einer Präsentation, Umfang 10-20 Folien, in Gruppenarbeit

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (50%) Fallstudie(n) (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Backhaus, K., Voeth, M. (2014), Industriegütermarketing, 10. Aufl., München. Homburg, Ch. (2020), • Marketingmanagement: Strategie Instrumente Umsetzung Unternehmensführung, 7. Aufl., Wiesbaden.

1	**Modulbezeichnung** 54251	**Konzernrechnungslegung** Accounting for consolidated financial statements	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Konzernrechnungslegung (Master / Übung) (nur Übung aus dem WS) (1.0 SWS) Vorlesung: Konzernrechnungslegung (Master / Vorlesung) (nur Vorlesung aus dem WS) (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Klaus Henselmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Klaus Henselmann
5	**Inhalt**	Inhalte der Veranstaltung sind ausgehend vom ökonomischen Zweck der Konzernrechnungslegung die Rechtsgrundlagen und die konkrete Ausgestaltung der Rechnungslegung nach HGB sowie nach IFRS. Hierzu gehören die bilanztheoretischen Grundlagen sowie die wichtigsten Konsolidierungsfragen (Pflicht zur Erstellung eines Konzernabschlusses, Konsolidierungskreis, Zweckgesellschaften, Tochterunternehmen und Vollkonsolidierung, Gemeinschaftsunternehmen und Quotenkonsolidierung, Assoziierte Unternehmen und Equity-Methode, Forderungs- und Schuldenkonsolidierung, Aufwands- und Ertragskonsolidierung, Zwischengewinneliminierung, abweichende Stichtage, Währungsumrechnung, Latente Steuern, PPA, Anteilstausch, Konzernbilanzpolitik, komplexe Konzernstrukturen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen in diesen Bereichen über umfassendes, detailliertes und integriertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand einschließlich der praktischen Anwendung sowie eines kritischen Verständnisses der Theorien und Methoden. Die Studierenden können dieses Wissen kombinieren und zur umfassenden Lösung von Konsolidierungssachverhalten aus der Praxis verknüpfen. Dazu gehören sowohl die Lösungen nach HGB als auch nach IFRS einschließlich eines Verständnisses von Unterschieden und Gemeinsamkeiten. Die Studierenden sind in der Lage die Aussagekraft der Konzernrechnungslegung nach HGB und IFRS in Hinblick auf eine Abbildung der Realität zu beurteilen und die momentan geltenden Rechtsnormen kritisch zu hinterfragen. Die Studierenden können demnach Werturteile abgeben, Vergleiche heranziehen und richtige Schlussfolgerungen ziehen, Prognosen erstellen und die eigenen Aussagen rechtfertigen, komplexe Problemstellungen erkennen und auf Basis der gewonnenen Erfahrung analysieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Rahmen der Veranstaltungen bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 54262	**Principles of marketing II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nicole Koschate-Fischer
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt sowohl wissenschaftliche Grundlagen als auch spezialisiertes und vertieftes Fachwissen aus den Bereichen Produkt- und Preismanagement. Der Inhalt orientiert sich an der aktuellen Marketingforschung und bezieht empirische Forschungserkenntnisse ein. Studierende erhalten ein vertieftes Verständnis für die Aspekte des Produkt- und Preismanagements und deren Besonderheiten. Außerdem werden Kenntnisse über die praktische Anwendung des Produkt- und Preismanagements sowie Implikationen für Unternehmen vermittelt. Produktmanagement beschäftigt sich insbesondere mit: • Grundlegenden Aspekten des (digitalen) Produktmanagements • Innovationsmanagement • Projektmanagement • Management etablierter Produkte • Markenmanagement Preismanagement behandelt: • Allgemeine Grundlagen des Preismanagements • Grundlagen der klassischen Preistheorie • Verhaltenswissenschaftliche Grundlagen • Preisbestimmung • Preisdurchsetzung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können in vertiefter und kritischer Weise Konzepte, Theorien, Besonderheiten und Methoden aus den Bereichen Produkt- und Preismanagement erläutern, anwenden und bewerten. Auf Grundlage ihres Wissens sind die Studierenden dazu befähigt, mögliche Problemfelder in den beiden Bereichen selbständig zu identifizieren und eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme zu entwickeln und diese mit Blick auf deren Bedeutung und Auswirkung zu hinterfragen. Zudem sind die Studierenden in der Lage, eigenständig zu entscheiden, welche quantitativen Methoden aus den Bereichen Produkt- und Preismanagement für welche Fragestellungen geeignet sind und diese Methoden anwenden. Dafür müssen sie die Eignung und Voraussetzungen zur Anwendung der Methode unter Berücksichtigung alternativer Methoden beurteilen sowie die Methode adäquat anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Versuchspersonenstunde Klausur (60 Minuten) Die Versuchspersonenstunde hat einen Umfang von 60 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	Versuchspersonenstunde (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 50 h Eigenstudium: 100 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Diller, H. (2021), Pricing: Prinzipien und Prozesse der betrieblichen Preispolitik, 5. Aufl., Stuttgart. Homburg, Ch. (2020), Marketingmanagement: Strategie - Instrumente - Umsetzung - Unternehmensführung, 7. Aufl., Wiesbaden. Monroe, K. B. (2003), Pricing - Making Profitable Decisions, 3rd ed., Boston. Simon, H., Fassnacht, M. (2016), Preismanagement - Strategie, Analyse, Entscheidung, Umsetzung, 4. Aufl., Wiesbaden.

1	**Modulbezeichnung** 54271	**Principles of marketing III**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Fürst
5	**Inhalt**	Das Modul vermittelt den Studierenden vertiefende Kenntnisse idealtypischer organisationaler, strategischer und operativer Prozesse des Vertriebs- und Kommunikationsmanagements. Neben dieser theoretischen Fundierung der beiden Themenkomplexe wird zusätzlich Bezug auf die Relevanz der einzelnen Komponenten in der Praxis genommen. Vertriebsmanagement beschäftigt sich insbesondere mit: • Organisationalen Fragestellungen des Vertriebsmanagements (z.B. Gestaltung und Optimierung von Vertriebsorganisationen) • Strategischen Fragestellungen des Vertriebsmanagements (z.B. Definition von Vertriebszielen, Gestaltung der Beziehung zu Vertriebspartnern) • Operativen Fragestellungen des Vertriebsmanagements (z.B. Mitarbeiterführung im Vertrieb, Umsetzung der Vertriebs-strategie) Kommunikationsmanagement beschäftigt sich insbesondere mit: • Organisationalen Fragestellungen des Kommunikations-managements (z.B. Auswahl des Dienstleisters) • Strategischen Fragestellungen des Kommunikations-managements (z.B. Ziele und Zielgruppen der Kommunikation, Budgetierung) • Operativen Fragestellungen des Kommunikationsmanagements (z.B. Gestaltung der Kommunikationsmaßnahmen, Kontrolle der Kommunikationswirkung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben ein umfassendes Fachwissen auf dem aktuellsten Stand der Marketingforschung unter Einbezug empirischer Forschungskenntnisse. Studierende können in vertiefter und kritischer Weise Theorien, Terminologien, Besonderheiten und Grenzen des Vertriebs- und Kommunikationsmanagements erläutern, anwenden und reflektieren. Studierende können Konzepte, Theorien und Methoden aus den Bereichen des Vertriebs- und Kommunikationsmanagements kritisch beurteilen und auf Praxisfragestellungen anwenden. Sie können mögliche Problemfelder in diesen Bereichen selbstständig identifizieren und evidenzbasierte, qualitative Lösungsansätze auf Basis verschiedener Handlungsoptionen ausarbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 50 h Eigenstudium: 100 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Bruhn, M. (2019), Kommunikationspolitik: Systematischer Einsatz der Kommunikation für Unternehmen, 9. Auflage, München. Diller, H., Fürst, A., Ivens, B. (2011), Grundprinzipien des Marketing, 3. Auflage, Nürnberg. Homburg, Ch. (2020), Marketingmanagement: Strategie Instrumente Umsetzung Unternehmensführung, 7. Auflage, Wiesbaden. Meffert, H., Burmann, C., Kirchgeorg, M., Eisenbeiß, M. (2019), Marketing: Grundlagen marktorientierter Unternehmensführung, 13. Auflage, Wiesbaden. Schweiger, G., Schrattenecker, G. (2021), Werbung, 10. erw. Auflage, München.

1	**Modulbezeichnung** 54290	**Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung** Corporate management and capital markets	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Kapitalmarktorientierte Unternehmenssteuerung Übung (1.0 SWS)	-
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	• Bewertung von Unternehmen (vorrangig DCF-Verfahren) • risikoorientierte Kennzahlen zur Aktienanalyse • risikoorientierte Steuerungskonzepte • Risikopolitik von Unternehmen und Banken • Instrumente zur Sicherung der Währungsrisiken von Unternehmen
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • bestimmen über DCF-Verfahren den Wert von Unternehmen bei Berücksichtigung unterschiedlicher Finanzierungspolitiken. • können die Performance von Aktienportfolios sowie Unternehmenssegmenten auf Basis fortgeschrittener Performance- und Risikokennzahlen beurteilen, miteinander vergleichen und kritisch hinterfragen. • beurteilen auf Basis von Kennzahlen wie RORAC und RAROC die Kapitalallokation von Unternehmen. • sind in der Lage, diverse Instrumente zum Hedgen von Wäh-rungsrisiken wie Futures, Optionen und Swaps zu bewerten und diese im Rahmen des Risikomanagement von Unternehmen selbstständig anzuwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Berk, Jonathan / DeMarzo, Peter: Corporate Finance, Boston u. a.

		Drukarczyk, Jochen / Schüler, Andreas: Unternehmensbewertung, München. Fama, Eugene F. / French Kenneth R. (1993): Common Risk Factors in the Returns of Stocks and Bonds, in: Journal of Financial Economics, Vol. 33 (1), S. 3-56. Hull, John C.: Optionen, Futures und andere Derivate, Hallbergmoos.

1	**Modulbezeichnung** 54300	**Steuerliche Gewinnermittlung** Tax accounting	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frank Hechtner
5	**Inhalt**	Das Modul führt als Grundlage in die Betriebswirtschaftliche Steuerlehre ein und vermittelt grundlegende Kenntnisse der Ertragsbesteuerung mit Bezug zu unterschiedlichen ökonomischen Aktivitäten. Es werden die wesentlichen Konzepte der Einkunftsarten, der steuerlichen Gewinnermittlung innerhalb der Gewinn- und der Überschusseinkunftsarten sowie Grundzüge der steuerbilanziellen Gewinnermittlung dargestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben ein Grundverständnis für ökonomische Fragestellungen im Kontext der betriebswirtschaftlichen Steuerlehre. Die Studierenden können die Bemessungsgrundlage für die Einkommensteuer systematisch darstellen und ermitteln sowie einen Bezug zu ökonomischen Fragestellungen herstellen. Darüber hinaus sind sie in der Lage, den steuerlichen Gewinn innerhalb der Gewinn- und der Überschusseinkunftsarten anhand einzelner Sachverhalte zu ermitteln. Ferner besitzen sie die Kompetenz, sich mit systematischen Fragestellungen innerhalb der steuerlichen Gewinnermittlung auseinandersetzen zu können.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Scheffler, W., Besteuerung von Unternehmen, Band I: Ertrag-, Substanz- und Verkehrsteuern, 14. Auflage 2020 Birk, D., Desens, M., Tappe, H., Steuerrecht, 23. Auflage 2020

1	**Modulbezeichnung** 54340	**Seminar Optimierung in Energiemärkten** Seminar optimiziation in energy markets	**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. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	Die aktuell angebotenen Themen werden von den Dozenten rechtzeitig bekannt gegeben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • Erarbeiten sich vertiefende Fachkompetenzen im Bereich der Optimierung von Energiemärkten; • Analysieren Fragestellungen und Probleme im Bereich der Optimierung von Energiemärkten und lösen diese mit wissenschaftlichen Methoden; • Verwenden relevante Präsentations- und Kommunikationstechniken und präsentieren die mathematischen Sachverhalte in mündlicher und schriftlicher Form; • Tauschen sich untereinander und mit dem Dozenten über Informationen, Ideen, Probleme und Lösungen auf wissenschaftlichem Niveau aus.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	lineare und kombinatorische Optimierung
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation schriftlich
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (75%) schriftlich (25%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 54350	**Internet of things and industrial services seminar**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: S: Internet of Things and Industrial Services (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Weixin Wang	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martin Matzner
5	**Inhalt**	Cyber-physical Systems (CPS) are physical products that are equipped with embedded hardware and software, that may interact with their environment through sensors and actuators, and that may be networked with remote computers. Examples are modern networked cars and production machines in the smart factory. CPS pave the way for new digital business models based on CPS-enabled service offerings. This seminar addresses the phenomenon of digital industrial services based on cyber-physical systems and the Internet-of-Things.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • will learn about different uses of CPS in digital industrial service systems. • can adopt one of different research methods (literature-study, empirical or design research) in order to address a specific research question or research problem. • will gain theoretical knowledge about digital industrial service systems based on cyber-physical systems and the Internet-of-Thingsas well as relevant technologies in this domain • will train their research, writing, and presentation skills. • will learn how to set up and conduct an IoT service project.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided during the seminar.

1	**Modulbezeichnung** 54360	**Internationale Transportlogistik- und Distributionssysteme** International logistics and distribution systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Internationale Transportlogistik- und Distributionssysteme (vhb) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christopher Münch Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Das Ziel des Kurses besteht darin, den Studierenden einen umfassenden Überblick zu operativen Transporten in der Logistik zu vermitteln. Entsprechend ist das Lehrangebot thematisch wie folgt gegliedert: Modul 1: Grundlagen Modul 2: Besonderheiten internationaler Transporte Modul 3: Straßengüterverkehr Modul 4: Schienengüterverkehr Modul 5: Seegüterverkehr Modul 6: Luftfrachtverkehr Modul 7: Vergleich der Verkehrsträger Modul 8: Internationale infrastrukturelle Unterschiede in der Transportlogistik Modul 9: Einfluss von Distributionssystemen auf den Kunden-nutzen Modul 10: Risiken internationaler Transporte Modul 11: Trends in der Transportlogistik Modul 12: Nachhaltigkeit in der Transportlogistik
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können durch den Kurs die besondere Rolle der operativen Logistik und des internationalen Transports besser verstehen und durchdringen. Hierbei sind folgende Lernziele vorgesehen: • Die Studierenden kennen die Rolle der operativen Logistik und des Transports im internationalen Kontext und verstehen länder- und industriespezifische Besonderheiten. Durch die verschiedenen Referenten aus der Praxis erwerben die Studierenden ferner ein Wissen über firmenspezifische Besonderheiten in der Umsetzung. • Die Lernenden kennen und verstehen Herausforderungen und Potenziale der relevanten Verkehrsträger internationaler Güterströme. • Die Studierenden erwerben die darauf aufbauende Befähigung zur Planung und Steuerung globaler Lieferketten unter Berücksichtigung verschiedenster Nebenbedingungen (bspw. Sicherheitsanforderungen bei Gefahrgut oder dem jeweiligen Wert-/Volumen-Verhältnis des Produktes). • Die Studierenden sind in der Lage, die relevanten Methoden für die Auswahl und Auslegung von Transport- und Ladungsträgern anzuwenden und verstehen den Zusammenhang zwischen der Auswahlentscheidung und dem Kundennutzen.

		Die Konzeption als Selbststudium fördert zudem die Selbstorganisation und -disziplin sowie das eigenverantwortliche Zeit-management der Studierenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Produktions- und Supply Chain Management Eine Registrierung über die vhb (www.vhb.org) ist zwingend notwendig, um den Kurs belegen zu können und um Zugang zum StudOn Kurs zu erhalten.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 1 h Eigenstudium: 149 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Kurs bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 54760	**Process Analytics (PA)** Process analytics (PA)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Annina Ließmann Prof. Dr. Martin Matzner
5	**Inhalt**	The course deals with data-driven analysis of business processes. Therefore, different technical, organizational and business aspects of process improvement are discussed with Process Mining being at the center of attention. The module has a strong practical focus and encourages students to apply methods and concepts learned during the lecture. In the group project the students will apply their knowledge using state-of-the-art process mining tools (e.g., Celonis).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • capture the concepts around process improvement and recognize the potentials for organizations • understand technical aspects of data-driven process analysis • know about state-of-the art technologies for process mining • apply technologies for data extraction and analysis in a practical setting • analyze a business process and develop a business case for process improvements work in groups and present their results together
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Beneficial: • Basic understanding of business processes and process notations / modelling
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (70%) Klausur (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 55231	**Design thinking und Produktdesign** Design thinking and product design	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Design Thinking und Produktdesign (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Stefan Dinter Prof. Dr. Markus Beckmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann Prof. Dr. Peter Bican Annette Bilgram
5	**Inhalt**	Was ist Design? Wie hängt Kreativität und Innovation mit Design zusammen? Welche Techniken und Tools gibt es hierfür? Mittels theoretischen Erklärungsmodellen, Vermittlung von Methoden und Prozessen sowie praktischen Anwendungen entlang einer prototypischen Produktentwicklung über das gesamte Semester werden diese Fragen detailliert erörtert und erprobt. Hierbei werden insbesondere folgende Themenkomplexe diskutiert: • Design als Disziplin • Design Thinking • Kreativitätstechniken und Kreativworkshops • Prototypen und Vertestung • Designtheorie und Designgesetze • Verknüpfung von Design mit Produktentwicklung • Produktdesign analysieren und verstehen • Präsentieren und Pitchen • Business Modelle entwickeln Das Seminar beinhaltet neben der Vermittlung von Theorien, Methoden und Prozessen auch ggfs. die Einbindung von Gastdozenten sowie eine oder mehrere Exkursionen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erwerben ein breites Verständnis für Design als Prozess, als Tätigkeit und als Phänomen in Wirtschaft und Gesellschaft. Sie können Designprozesse verstehen und im betrieblichen Umfeld begleiten. Sie haben Einblick in die Denkweise von Designern und können in interdisziplinären Gruppen mit ihnen sprechen und arbeiten. Teilnehmer lernen Design zu verstehen und zu interpretieren.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Interesse an Kultur, Interesse an interdisziplinärer Zusammenarbeit, Verständnis für nichtlineare, iterative & agile Prozesse, Verständnis zum Charakter der Zukunft und digitaler Transformation, Lust an der Neugierde und Tinkering. Aufgrund des didaktischen Konzepts ist die Teilnehmeranzahl auf maximal 20 Studierende begrenzt. Alle Informationen zu Bewerbungszeitraum und -prozess werden ca. einen Monat vor Semesterbeginn auf der Website des Lehrstuhls bekanntgegeben (www.tm.rw.fau.de).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Seminararbeit
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (50%) Seminararbeit (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Brem, A.; Sproedt, H.: Same same but different: perspectives on creativity workshops by design and business. IEEE Engineering Management Review, 45(1), 2017, 27-31. Brem, A.; Brem, S.: Kreativität und Innovation im Unternehmen - Methoden und Workshops zur Sammlung und Generierung von Ideen, Schäffer-Poeschel, 2013. Dark Horse Innovation: Digital Innovation Playbook. Das unverzichtbare Arbeitsbuch für Gründer, Macher und Manager; 5. Auflage; Murmann Publishers GmbH Bill Moggridge: Designing Interactions, 2006; MIT PR Kampfer, K., Ivens, B., & Brem, A.: Multisensory innovation: Haptic input and its role in product design. IEEE Engineering Management Review, 45(4), 2017, 32-38. Lawson, B.: How Designers Think: The Design Process Demystified, Architectural Press, 4. Auflage, 2005.

1	**Modulbezeichnung** 55250	**Aktuelle Fragen aus FACT I** Current issues in FACT I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Aktuelle Fragen aus FACT "Textmining in Sustainability Reports" (2.0 SWS) Vorlesung: VL Deutsches, europäisches und internationales Wettbewerbsrecht (2.0 SWS) Seminar: AVS (2.0 SWS) Vorlesung: Aktuelle Fragen aus FACT I, III: Internationale Steuerplanung (1.0 SWS) Vorlesung: Aktuelle Fragen aus FACT I, III: Umwandlungssteuerrecht (2.0 SWS) Vorlesung: Juristische Methodenlehre im Steuerrecht (1.0 SWS)	5 ECTS 5 ECTS 5 ECTS 2,5 ECTS 5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Andreas Seebeck PD Dr. Stephanie Jungheim-Hertwig Janina Becker Andreas Kress Prof. Dr. Christian Rödl Prof. Dr. Frank Hechtner Dr. Klaus Meßerschmidt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Fischer Prof. Dr. Nadine Gatzert Prof. Dr. Frank Hechtner Prof. Dr. Klaus Henselmann Prof. Dr. Jochen Hoffmann Prof. Dr. Roland Ismer Prof. Dr. Devrimi Kaya Prof. Dr. Marvin Nipper Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	Inhalte der Veranstaltung sind ausgewählte Themen aus dem Bereich Finance, Auditing, Controlling und Taxation. Hierzu gehören insbesondere aktuelle, nicht regelmäßig angebotene Veranstaltungen durch Honorarprofessoren, Lehrbeauftragte oder sonstige Gastreferentinnen bzw. -referenten. Die aktuellen Lehrveranstaltungen sind online hier zu entnehmen: Master FACT - Master FACT (fau.de) Alternativ können Vorlesungen und Seminare zu Themen aus dem Bereich FACT belegt werden, die nicht in vergleichbarer Form im Master-Studiengang FACT angeboten werden. Diese Module können an FAU-Fachbereichen und -Fakultäten oder an ausländischen Universitäten belegt werden. Die Lehrveranstaltungen müssen einen Bezug zu Inhalten mit folgenden Schwerpunkten aufweisen:

		• Finanzierung und Banken, Versicherungswirtschaft und Risikomanagement, • Rechnungswesen und Prüfungswesen, Wirtschaftsprivatrecht • Controlling • Steuerlehre, Steuerrecht
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen in diesen Bereichen über umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand einschließlich der praktischen Anwendung sowie eines kritischen Verständnisses der Theorien und Methoden. Die Studierenden können dieses Wissen kombinieren und zur umfassenden Beurteilung von konkreten Situationen aus der Praxis anwenden. Dazu gehört es auch, die erforderlichen Informationen zu beschaffen, Analysemodelle zu entwickeln, erforderliche Auswertungen auszuwählen, Vergleiche vorzunehmen, das Gesamtergebnis zu begründen und verteidigen sowie die Belastbarkeit der Ergebnisse zu hinterfragen. Bei Auslandsaufenthalt: Die Studierenden • untersuchen Fragestellungen aus den Bereichen Finance, Auditing, Controlling, Taxation, • erwerben dabei die in den Lernzielen des jeweiligen ausländischen Moduls angestrebten Fach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenzen, • entwickeln interkulturelle Kompetenzen durch die Zusammenarbeit mit Menschen aus anderen Kulturen, • können ihr Wissen aus dem Bereich FACT in klarer und eindeutiger Weise in einer Fremdsprache vermitteln
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine; bitte beachten Sie aber ggf. die individuellen Vorgaben der einzelnen Lehrstühle zu ihren Veranstaltungen. Bei Auslandsaufenthalt: Learning Agreement mit einem Lehrstuhl des FACT-Instituts
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten) schriftlich oder mündlich (60 Minuten) Belegung von zwei Veranstaltungen zu je 2,5 ECTS oder einer Veranstaltung zu 5 ECTS: Studien-/Prüfungsleistung abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltung durch die Studierenden, ggf. auch Kombination möglich. Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen

		des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI (in der jeweils geltenden Fassung) alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung. Bei Auslandsaufenthalt: Studien-/Prüfungsleistung abhängig von den Vorgaben der ausländischen Hochschule
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (50%) schriftlich oder mündlich (50%) Belegung von zwei Veranstaltungen zu je 2,5 ECTS oder einer Veranstaltung zu 5 ECTS: Berechnung der Modulnote in Abhängigkeit der durch die Studierenden gewählten Lehrveranstaltung Bei Auslandsaufenthalt: Variabel (100%) Berechnung der Modulnote nach einem Äquivalenzschlüssel unter der Gewichtung der im Ausland erbrachten ECTS-Volumina je absolvierter Lehrveranstaltung
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**	Wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 55291	**Global retail logistics**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Global Retail Logistics (vhb-Kurs) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christoph Küffner	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	This e-learning course offers specific insights on the logistic processes in the global retail industry. Upon completion of the course, the students should understand the peculiarities of logistics for fast moving consumer goods.Every module consists of an interactive lecture and script. Additional material and exercises enhance the presented topics further. As the entire lecture, the readings, the additional material and the exam is in English, proficiency in German is not necessary. The course is supposed to provide the students with the following content concerning the global retail industry: • Module 1: Overview • Module 2: Characteristics & basics • Module 3: Trends & challenges • Module 4: Point of sale & E-Commerce • Module 5: Interfaces • Module 6: Load units & transport logistics • Module 7: Cross docking • Module 8: Warehousing & distribution • Module 9: Food supply chain • Module 10: Sustainability in retail logistics
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The following learning objectives are anticipated: • You will be able to define the topic of retail logistics and describe its specific requirements. • You will be able to report the retail industry specific peculiarities relating to the usage of logistics processes. • You will be able to use the relevant methods of planning, controlling and monitoring of logistics processes in the retail industry. • You will be able to analyse various retail-specific characteristics in the use of logistics processes and assess their application in a practical context. • You will be able to apply the most important principles of global retail logistics, to manage logistic processes while solving the questions of supply, distribution, transport and storage of goods. • You will be able to work creatively, generate new ideas, and solve problems regarding retail logistics in an international context, international interaction and cooperation, while accepting social and ethical responsibility. • You will be able to manage, organise and discipline yourself, and plan your time independently.

		• You will be able to demonstrate the ability to engage in critical thinking by analysing complex situations thus concluding and selecting viable solutions to solve problems.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Registration via vhb (www.vhb.org) is necessary in order to gain access to the StudOn e-learning platform. English language proficiency (C1) Prior completion of the course “Produktions- und Supply Chain Management” is recommended.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 1 h Eigenstudium: 149 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Will be announced during the course

1	**Modulbezeichnung** 55300	**Global logistics and supply chain management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Global Logistics and Supply Chain Management - Übung (2.0 SWS) Vorlesung: Global Logistics and Supply Chain Management - Vorlesung (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Christopher Münch	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Im ersten Teil der Veranstaltung wird über die Bedeutung, Trends und Zielsetzung der Logistik und des Supply Chain Management referiert. Der zweite Abschnitt der Vorlesung wendet sich dem Management logistischer Systeme zu, dabei wird der Fokus auf Lagerbestände, Servicelevels und deren Konsequenzen für die unternehmensinterne und unternehmensübergreifende Logistik gelegt. Vertieft werden Ansätze, um Lieferketten effizient und erfolgreich zu gestalten und zu managen. Hierbei wird der Fokus auf auftretende Probleme sowohl von der unternehmensinternen, wie auch der unternehmensexternen Perspektive gesetzt. Ergänzende Gastvorträge von Referentinnen bzw. Referenten aus der Praxis geben einen Überblick über die Vielfalt der Problemstellungen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden beherrschen die Grundlagen des Supply Chain Managements. Sie identifizieren die Zusammenhänge und Schwierigkeiten im Supply Chain Management. Die Studierenden beherrschen Hilfsmittel und Ansätze, um eine globale Lieferkette effizient und erfolgreich zu steuern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Produktions- und Supply Chain Management
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten) Fallstudie(n)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (70%) Fallstudie(n) (30%)
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**	Wird im Kurs bekanntgegeben

1	**Modulbezeichnung** 55310	**Logistik-Consulting** Logistics consulting	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Im ersten Teil der Veranstaltung werden theoretische und empirische Grundlagen der Organisationsentwicklung, des geplanten Wandels und der Berater-Klienten-Beziehung besprochen und auf den Bereich des Logistik Consulting übertragen. Im zweiten Teil werden typische Problemstellungen für Logistikberater erläutert und ein Überblick über Standardwerkzeuge und Techniken zu deren Lösung gegeben. Ergänzende Gastvorträge von Referentinnen bzw. Referenten aus der Praxis des Logistik Consultings sollen einen Überblick über die Vielfalt der Branche geben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen über Kompetenzen, die für die Bewältigung von Situationen im Beratungsalltag notwendig sind. Sie entdecken u.a. typische Problemstellungen von Consulting-Projekten sowie deren erfolgreiche Bearbeitung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Produktions- und Supply Chain Management
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Fallstudie(n) Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Fallstudie(n) (40%) Klausur (60%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Kurs bekanntgegeben.

1	**Modulbezeichnung** 55340	**Fallstudien und Projekte im Management III** Case studies and projects in management III	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Fallstudien und Projekte im Management (Proseminar Logistikpraxis; 22309) (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Das Seminar besteht aus Seminarstunden und praktischer Projektarbeit, wobei die Studierenden in Gruppen von bis zu fünf Personen gemeinsam ein vom Unternehmen vorgegebenes praxisorientiertes Thema bearbeiten. Die Themen und die Unternehmen werden zu Beginn des Semesters vorgestellt und nach Priorisierungslisten zugeteilt. Die Studierenden werden bei der methodischen Vorgehensweise und bei möglichen Problemen durch einen Betreuer des Lehrstuhls unterstützt. Die Ergebnisse der Projektarbeit werden im Unternehmen im Rahmen einer Zwischen- und einer Endpräsentation vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlernen grundlegende Methoden und Vorgehensweisen des Projektmanagements und erarbeiten selbstständig einen strategischen Lösungsansatz für ein reales Problem von Partnerunternehmen. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, selbstständig eine komplexe Problemstellung aus der Unternehmenspraxis zu strukturieren und Lösungsansätze abzuleiten. Zusätzlich erwerben die Studierenden in den Veranstaltungen an der Universität Kompetenzen im Bereich der Visualisierungs- und Präsentationstechniken.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Produktions- und Supply Chain Management, Logistik Consulting
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Diskussionsbeitrag Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Diskussionsbeitrag (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Keine

1	**Modulbezeichnung** 55382	**Fallstudien und Projekte im Management VII** Case studies and projects in management VII	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Strategien technologieorientierter Industrieunternehmen (2.0 SWS) *(Anwesenheitsplicht)*	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Dr. Roland Busch Lauren Mackintosh	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Seminars, welches vom CEO der Siemens AG, Dr. Roland Busch, begleitet wird, bearbeiten die Studierenden strategische Fragestellungen technologiebasierter Industrieunternehmen in Gruppen. Die Ergebnisse der Studierendengruppen werden in einer Seminararbeit sowie einer Präsentation im Rahmen einer Abschlussveranstaltung vorgetragen, verteidigt und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext des strategischen Managements, insbesondere in Bezug auf technologieorientierte Industrieunternehmen. Hierzu führen die Studierenden ggf. empirische Datenerhebungen und Literaturrecherchen durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Herrn Dr. Roland Busch und Herrn Prof. Dr. Voigt verteidigt. Es besteht Anwesenheitspflicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Präsentation (ca. 20 Minuten) und Hausarbeit (5000 Wörter in Gruppenarbeit)
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur (wird im Kurs bekanntgegeben).

1	**Modulbezeichnung** 55401	**Internationales Projektseminar** International project seminar	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Das Internationale Projektseminar ist eine gemeinsame Lehrveranstaltung des Lehrstuhls für Industrielles Management und dem Boston College, einer US-amerikanischen Hochschule. Im Rahmen des Seminars wird von einer Studierendengruppe, die sich aus jeweils drei Studierenden des Lehrstuhls für Industrielles Management und des Boston Colleges zusammensetzt, eine vom Partnerunternehmen vorgegebene internationale strategische Fragestellung bearbeitet. Während der ca. dreimonatigen Bearbeitungszeit erfolgt ein intensiver Austausch zwischen dem internationalen Team als auch dem Partnerunternehmen selbst. Die Ergebnisse der Untersuchung werden schließlich von den Studierenden in einer ausführlichen Präsentation, die einen Anhang mit weitergehenden Informationen enthält, am Boston College (Boston) oder alternativ beim Partnerunternehmen vorgestellt. Hierfür sind gute englische Sprachkenntnisse, analytische Fähigkeiten und eine überzeugende Ergebnispräsentation von Bedeutung.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Im Rahmen des internationalen Praxisseminars erhalten die Studierenden einen tiefergehenden Einblick in die aktuellen Problemfelder und Herausforderungen von international tätigen Industrieunternehmen. Durch erworbene analytische und konzeptionelle Fertigkeiten sind sie in der Lage, komplexe betriebswirtschaftliche Fragestellungen eigenständig zu bearbeiten und die richtigen Methoden und Strukturierungsansätze zur Bewältigung dieser Aufgaben zu finden und erfolgreich anzuwenden. Konkret entwickeln die Studierenden insbesondere die Fähigkeit: • die besonderen Planungs- und Gestaltungsprobleme im internationalen Kontext zu verstehen • nach relevantem Wissen und Informationen zu recherchieren, diese zu bewerten, zu verdichten und zu strukturieren sowie • die geeigneten strategischen Analyseinstrumente und methoden zur Bewältigung des konkreten Praxisproblems zu finden, diese zielführend anzuwenden und Handlungsalternativen aufzuzeigen. Durch die Praxiserfahrung und Zusammenarbeit im internationalen Team sind die die Studierenden ferner in der Lage: • zielorientiert mit anderen zusammenzuarbeiten und vernetzt zu denken,

		• sich rational und verantwortungsbewusst mit Interessens- und Kommunikationskonflikten im Rahmen der Gruppenarbeit auseinanderzusetzen, aber auch mit kulturellen Unterschieden in Denk- und Handlungsmustern umzugehen • in klarer und eindeutiger Weise die gewonnenen Erkenntnisse auch in einer Fremdsprache zu vermitteln und überzeugend zu präsentieren • sowie komplexe fachbezogene Probleme und Lösungen gegenüber Fachleuten argumentativ zu vertreten
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine Für Studierende ist eine Anrechnung im Vertiefungsbereich ausgeschlossen, falls das Modul bereits für den Pflichtbereich II angerechnet wurde.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht Präsentation Umfang des Projekt-/ Praktikumsberichts: 5.000 Wörter Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Die zu verwendende Literatur ist themen- und projektabhängig und wird rechtzeitig bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 55403	**Fallstudien und Projekte im Management IX** Case studies and projects in management IX	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Start-up Consulting (3.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Patrick-Peter Herold	

4	**Modulverantwortliche/r**	Patrick-Peter Herold Prof. Dr. Sebastian Junge
5	**Inhalt**	Das Seminar Start-up Consulting soll Studierende dazu befähigen, Fragestellungen junger Wachstumsunternehmen (Start-ups) durch theoretisches Wissen und Methodenkompetenz zu lösen. In Gruppen lösen die Studierenden die Problemstellung eines realen Start-ups. Aufgrund der gegenwärtigen Dynamik in Gesellschaft und Technologie sowie den damit verbundenen Megatrends, wie beispielsweise Digitalisierung, stehen Start-ups vor zentralen Herausforderungen. Diese jungen, innovativen Unternehmen operieren in hochdynamischen Branchen und stellen sich und ihre Fragestellungen zu Beginn des Moduls vor. Während der Veranstaltung arbeiten die Studierenden eng mit den Start-ups zusammen und werden zusätzlich von Mentoren aus der Praxis sowie dem Team des Lehrstuhls betreut. Die Ergebnisse werden im Rahmen einer Abschlusspräsentation vorgestellt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erlernen, ein aktuelles Fachproblem zu einem eingegrenzten Themenbereich zu bearbeiten, einen Lösungsvorschlag zu entwickeln und diesen in einer wissenschaftlichen Diskussion zu verteidigen. Hierdurch werden fachliche und persönliche Kompetenzen entwickelt. Die Studierenden geben und erhalten im Rahmen interaktiver Präsentationen der Arbeitsergebnisse ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Die Teilnehmerzahl ist auf maximal 25 Studierende begrenzt. Der Bewerbungszeitraum wird über die Homepage des Lehrstuhls oder StudOn bekannt gegeben. https://www.unternehmensfuehrung.rw.fau.de/studium-lehre/aktuelle-lehre/start-up-consulting/
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Die Dauer der Präsentation beträgt ca. 25 Minuten.
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Relevante Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 55404	**Fallstudien und Projekte im Management X** Case studies and projects in management X	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Strategische Herausforderungen im Profifußball – Projektseminar mit dem 1. FC Nürnberg e.V. (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Verena Hoßnofsky Prof. Dr. Sebastian Junge	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Harald Hungenberg Prof. Dr. Sebastian Junge
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt • Instrumente, die im Rahmen des strategischen Managements von Unternehmen eine große Rolle spielen, und wendet diese auf aktuelle Fragestellungen des 1. FC Nürnberg e.V. an; • Wissen zur branchenspezifischen Nachhaltigkeit und zu weiteren aufgabenspezifischen Inhalten; • Instrumente zur formalen Strukturierung komplexer Probleme (z.B. nach dem MECE-Prinzip); • vertieftes Wissen zur überzeugenden Visualisierung und Kommunikation von Lösungskonzepten (z.B. Aufbau einer Kommunikationsstruktur/Storyline, Emotionalisierung und Stickyness der Kommunikation, Erstellung von Schaubildern). Im Seminar entwickeln die Studierenden in Kleingruppen innovative (digitale) Lösungsvorschläge. Diese werden durch individuelles Feedback über das Semester weiter ausgearbeitet und zu einem umfassenden Lösungskonzept weiterentwickelt. Hierbei wird den Studierenden ein ganzheitlicher und interdisziplinärer Ansatz vermittelt. Die unterschiedlichen Kompetenzen und das Vorwissen der Studierenden können somit berücksichtigt und für die individuelle Schwerpunktsetzung genutzt werden. Ein weiterer Fokus liegt auf der Vermarktung der Lösungskonzepte, um eine potenzielle Implementierung des Konzepts durch den Praxispartner zu ermöglichen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Am Ende der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage • aktuelle strategische Problemstellungen (am Beispiel des Profifußballs) kontextsensitiv zu bearbeiten und Lösungsansätze zu entwickeln; • mit Hilfe von strategischen Analyseinstrumenten und methoden Informationen zu filtern, zu bewerten, zu verdichten und zu strukturieren; • verschiedene Lösungsansätze durch externes Feedback zu reflektieren und weiterzuentwickeln; • komplexe Lösungskonzepte strukturiert und überzeugend vor Dritten zu präsentieren und argumentativ zu verteidigen; • ihre Kompetenzen in der Teamarbeit zu vertiefen; • sich rational und verantwortungsbewusst mit Interessens- und Kommunikationskonflikten im Rahmen der Gruppenarbeit auseinanderzusetzen sowie Unterschiede in Denk- und

		Handlungsmustern zu erkennen und für die Lösungsfindung zielführend zu nutzen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Seminargröße ist auf maximal 24 Studierende begrenzt. Der Bewerbungszeitraum wird über die Homepage oder StudOn bekannt gegeben.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation (20 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Grundlagenliteratur:Hungenberg, H.: Problemlösung und Kommunikation im Management: Vorgehensweise und Techniken, 3. Aufl., München, 2010. Hungenberg, H.: Strategisches Management in Unternehmen, 8. Aufl., Wiesbaden 2014. Minto, B.: The Pyramid Principle, London, 4. Aufl., Harlow 2009. Cialdini, R.: The Psychology of Persuasion, 2007. Heath, C. and Heath, D.: Made to Stick, 2007. Weitere Literatur wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 55490	**Fortgeschrittene Methoden der Managementforschung VII** Advanced methods of management research VII	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Forschungsseminar (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Lauren Mackintosh Hannah Altenburg Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Gegenstand der Veranstaltung stellen die Themenfelder Technologiemanagement und Business Model Innovation dar. Ziel der Veranstaltung ist es, einen Überblick über ein gewähltes Forschungsgebiet aus den genannten Forschungsfeldern zu gewinnen. Von Interesse sind dabei auch die verwendete Methodik und die erzielten Ergebnisse.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende entwickeln und führen im Rahmen des Seminars weitestgehend selbstständig ein wissenschaftliches Forschungsprojekt durch. Hierfür bewerten, hinterfragen und vergleichen die Studierenden wissenschaftliche Artikel und Veröffentlichungen, die in englischer und deutscher Sprache verfasst wurden und die von den Studierenden selbst erschlossen wurden. Auf Basis dieser Recherche bilden Studierende begründete Hypothesen oder Forschungsfragen, die anhand einer eigenständigen qualitativen oder quantitativen Befragung überprüft, beurteilt, diskutiert und interpretiert werden. Studierende schätzen im Seminar ihre eigenen Stärken und Schwächen im Hinblick auf ihr wissenschaftliches Arbeiten ein und gestalten einen weiterführenden Lernprozess, der es ihnen erlaubt, neue forschungsorientierte Aufgaben in den behandelten Forschungsdisziplinen oder anderen Forschungsdisziplinen zu bearbeiten. Gleichzeitig geben Studierende Kommilitonen wertschätzendes Feedback auf erbrachte Zwischenleistungen. Die Studierenden lernen und arbeiten mit anderen Studierenden gemeinsam an einzelnen Aufgaben des Seminars und übernehmen dabei im Team eine herausgehobene Verantwortung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Hausarbeit Umfang der Hausarbeit: 5.000 Wörter

		Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (50%) Hausarbeit (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	Jeweils aktuelle kursspezifische Literatur (wird im Kurs bekannt gegeben).

1	**Modulbezeichnung** 55521	**Praxisseminar mit Prof. Dr. Heinrich v. Pierer** Practical seminar with Prof. Dr. Heinrich v. Pierer	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Praxisseminar mit Prof. Dr. Heinrich v. Pierer (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Michael Mertel Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Prof. Dr. Heinrich Pierer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In dem Seminar erarbeiten die Studierenden zu wechselnden Rahmenfragestellungen in Gruppen eigenständig Seminararbeiten deren Ergebnisse im Rahmen von zwei Blockterminen vorgetragen, verteidigt und diskutiert werden.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert und autonom Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen. Hierzu führen die Studierenden Dokumentanalysen und Literaturrecherchen durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Fachvertretern verteidigt. Durch die Bearbeitung der Fallstudien in Kleingruppen wird das Übernehmen herausgehobener Verantwortung sowie die fachliche Weiterentwicklung der Studierenden gefördert.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Umfang der Hausarbeit: 7.000 Wörter Dauer der Präsentation: 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur (wird im Kurs bekannt gegeben).

1	**Modulbezeichnung** 55530	**Hauptseminar Finance** Advanced seminar: Finance	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Die Anwesenheit in der Lehrveranstaltung ist Voraussetzung für die Prüungsteilnahme.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	Verschiedene wechselnde Themenbereiche aus dem Bereich Finanzierung
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • arbeiten in Gruppen selbstständig Analysen zu aktuellen Forschungsbereichen aus. • erstellen auf Basis wissenschaftlicher Methoden und aktueller englischer Fachliteratur eigenständig einen Lösungsvorschlag zu einer aktuellen Forschungsfrage. • wenden zuvor in Vorlesungen erworbene theoretische Kenntnisse an und erarbeiten sich selbstständig neues Fachwissen. • analysieren mit Hilfe statistischer Verfahren einen aktuellen Datensatz. • geben und erhalten im Rahmen interaktiver Präsentationen der Arbeitsergebnisse ein wertschätzendes Feedback über die erbrachte Leistung.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Workshop Capital Markets Research oder Workshop Finance, Financial Engineering und Structured Finance
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Seminararbeit (ca. 15 Seiten, tw. in Gruppenarbeit) und Präsentation/ Präsentationspapier (tw. in Gruppenarbeit) und Diskussionsbeitrag *Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI in der jeweils geltenden Fassung alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht*

		möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (100%) Seminararbeit (60%), Präsentation/Präsentationspapier (20%) und Diskussionsbeitrag (20%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 55600	**Hauptseminar Risk and Insurance** Advanced seminar: Risk and insurance	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Hauptseminar: Hauptseminar "Risk and Insurance" (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Ausgewählte Fragestellungen des Risiko- und Versicherungsmanagements (wechselnde und aktuelle Themenschwerpunkte).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können eigenständig ein forschungsbezogenes Projekt zu einer aktuellen wissenschaftlichen Fragestellung des Versicherungs- und Risikomanagements bearbeiten; • analysieren und reflektieren dabei aktuelle Entwicklungen in der Versicherungswirtschaft; • können die zuvor erworbenen theoretischen Kenntnisse und Methoden anwenden und diese kritisch reflektieren; • erarbeiten sich dabei selbstständig neues Fachwissen auf dem neuesten Stand der Forschung sowie der praktischen Anwendungen; • können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren, in einer fachlichen Diskussion argumentativ vertreten und in einer schriftlichen Arbeit darlegen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Die Anmeldung erfolgt per E-Mail an wiso-vwrm@fau.de. Die Auswahl erfolgt auf Basis der Studienleistungen (die Teilnehmerzahl ist beschränkt). Weitere Informationen werden auf der Lehrstuhlhomepage bekannt gegeben.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit+Vortrag Seminararbeit (ca. 15 Seiten), Präsentation (15-25 Minuten) und wissenschaftlicher Diskurs (10-25 Minuten). *Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI in der jeweils geltenden Fassung alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine*

		Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit+Vortrag (100%) Seminararbeit 50% und Vortrag 50%
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	In Abhängigkeit vom Rahmenthema des Seminars (wird bei Vergabe der Seminararbeiten bekannt gegeben).

1	**Modulbezeichnung** 56130	**R for insurance and finance**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: R for Insurance and Finance (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Das Seminar vermittelt fundierte Kenntnisse bei der Arbeit und im Umgang mit der Programmiersprache R im Bereich Insurance & Finance durch dessen Anwendung bei der Risikoeinschätzung von Unternehmen sowie der computerbasierten Darstellung und Bewertung von komplexen Finanzinstrumenten. Inhalte umfassen zunächst eine Einführung in R, Monte-Carlo-Simulationen in R, statistische Methoden und Optimierung sowie die Umsetzung einer Fallstudie am Beispiel eines Versicherungsunternehmens.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen grundlegende und vertiefte Programmierkenntnisse in R und können diese unter Berücksichtigung von zuvor gelernten Theorien und Methoden auf relevante Fragestellungen aus Wissenschaft und Praxis im Bereich Insurance & Finance anwenden; • berechnen und interpretieren Kennzahlen zur Finanz- und Risikoanalyse eines Unternehmens; • quantifizieren und beurteilen im Rahmen von Fallstudien die Risikosituation von Versicherungsunternehmen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Anmeldung über StudOn (Termine werden auf der Lehrstuhlhomepage bekannt gegeben - beschränkte Teilnehmerzahl, erste Stunde gleiche Chance ("StudOn-Happy-Hour"), danach Windhundverfahren).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	elektronische Prüfung Klausur (60 Minuten) *Im Sommersemester besteht vorlesungsbegleitend die Möglichkeit einer freiwilligen Notenverbesserung, wobei eine Verbesserung um bis zu 0,3 Notenstufen erfolgen kann. Dazu können Studierende auf StudOn vier je ca. 10-minütige Online-Kurztests (Quizze) zur Aufbereitung des Vorlesungsstoffs bearbeiten. Die Notenverbesserung erfolgt, wenn die Quizze erfolgreich bearbeitet wurden sowie die Klausur mit der Note 4,0 oder besser bestanden wurde. Etwaige Quizergebnisse aus dem Sommersemester werden für eine Nachholprüfung im Wintersemester übernommen.*

11	**Berechnung der Modulnote**	elektronische Prüfung (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 56210	**Digital change management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digital Change Management (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	David Horneber Prof. Dr. Sven Laumer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Sven Laumer
5	**Inhalt**	Lecture: This module provides an organizational and social perspective of the digital transformation. It introduces theories and methods to analyze, visualize, and discuss challenges of the acceptance of the digital transformation. Case study: Using research methods (interviews, surveys) students should investigate a digital transformation project and analyze its design and acceptance. The results should be presented as an own case study (case study paper, presentation). The case study is conducted as group work.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students can analyze, visualize and discuss consequences of the digital transformation for individuals and organizations as well as its implementation challenges. Students are able to design an implementation project to focus especially on end-users.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Klausur (60 Minuten) 2.5 ECTS - Exam (60 minutes) and, 2.5 ECTS - Case Study (schriftlich = Case Study) (Presentation 20 minutes. Students have to hand in the annotated presentation slides as a case study paper)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (50%) Klausur (50%) (schriftlich = Case Study - evaluated as a group)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 80 h Eigenstudium: 70 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Alter, S. (2013). Work System Theory: Overview of Core Concepts, Extensions, and Challenges for the Future. Journal of the Association

		for Information Systems, 14 (2), 72-121 Kotter, J.P. (2005). Out Iceberg is Melting. St.Martins Press, Kotter, J.P. (2010). Leading Change, Harvard Business Press Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., and Davis, F. D. 2003. User acceptance of information technology: toward a unified view, MIS Q (27:3), pp. 425478.

1	**Modulbezeichnung** 56220	**Strategic supply management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Die Kernkompetenzen die dieser Kurs vermittelt, fokussieren sich um die grundlegenden Elemente des strategischen Beschaffungsmanagements. Hierzu gehören Themen wie die Berücksichtigung von Risiken und Unsicherheiten in Supply Chains, das organisationsübergreifende Beziehungsmanagement, die Entwicklung von Supply Chains in Wachstumsmärkten und die Schaffung nachhaltiger grüner Supply Chains.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Teilnehmer werden in alle wesentlichen Aspekte der (strategischen) Beschaffung, inkl. der Leistungsmessung und Steuerung eingeführt. Hierbei wird ein Schwerpunkt auf den Transfer der theoretischen Grundlagen auf praktische Anwendung gelegt. Dies wird anhand von Praxisbeispielen und praxisnahen Fallstudien sichergestellt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Fallstudie(n) Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Fallstudie(n) (30%) Klausur (70%)
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**	Van Weele, A (2010) Purchasing and Supply Chain Management, 5. Auflage, Cengage, London. Weitere Literatur wird spezifische in der jeweiligen Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 56231	**Versorgungsmanagement I** Health services management I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. Es besteht Anwesenheitspflicht.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Oliver Schöffski
5	**Inhalt**	Durch die Einführung des Digitale-Versorgung-Gesetzes soll die Digitalisierung im deutschen Gesundheitswesen vorangetrieben werden. Seitdem sind unter anderem Gesundheits-Apps und Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGAs) weitläufig diskutierte Themen. Das Seminar im WS 23/24 findet in Zusammenarbeit mit einer bereits in den App-Stores erhältlichen Gesundheits-App statt, die sich aktuell auch auf dem Weg zur Zertifizierung zur DiGA befindet. In dieser Veranstaltung liegt der Fokus auf der vertieften Betrachtung der zunehmenden Digitalisierung im Gesundheitswesen und den sich daraus ergebenden nachhaltigen Veränderungen in den Behandlungsmöglichkeiten. Die Studierenden haben die Möglichkeit, mittels verschiedener methodischer Ansätze die vielfältigen Facetten der Gesundheits-App zu analysieren (z.B. Kosten(-vorteile), Patientenperspektive etc.)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erhalten einen Einblick in die verschiedenen Facetten der Versorgung mit Gesundheits-Apps und können diese diskutieren und gegenüberstellen • können mit den erlernten Methoden umgehen und diese selbstständig auf Fragestellungen anwenden bzw. übertragen • können eine vorgegebene Themenstellung eigenständig bearbeiten und die Ergebnisse schriftlich und mündlich präsentieren • können von Studierenden vorgebrachte Ergebnisse angemessen bewerten und Feedback formulieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse im Gesundheitsmanagement (aber keine formale Voraussetzung). Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Die Anmeldung erfolgt per Mail an Lena.Jaegers@fau.de, der Anmeldezeitraum wird rechtzeitig bekannt gegeben.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Hausarbeit Präsentation: ca. 20 Minuten pro Person Hausarbeit: ca. 15 Seiten pro Person
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (30%) Hausarbeit (70%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Schöffski / Graf von der Schulenburg (Hrsg.): Gesundheitsökonomische Evaluationen, 3. oder 4. Aufl., Berlin u. a., 2007, 2008 oder 2012.

1	**Modulbezeichnung** 56270	**Financial engineering and structured finance**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Financial Engineering und Structured Finance (VL) (2.0 SWS) Übung: Financial Engineering und Structured Finance (ÜB) (1.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Hendrik Scholz	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	• Darstellung und Bewertung von Aktien-, Zinssatz- & Bondoptionen • Strukturierter Produkte im Fixed Income und Equity Bereich • Kapitalstruktur und Optionspreistheorie • Darstellung und Bewertung von Kreditderivaten
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erarbeiten sich ein tiefgehendes Wissen über Aktien-, Zinssatz- und Bondoptionen, können deren Einsatzmöglichkeiten beurteilen und ihren Wert bestimmen. • wenden zentrale Kenntnisse der Optionspreistheorie an, um Bestandteile komplexer, strukturierter Fixed Income- und Equity-Produkte zu analysieren, diese zu bewerten und deren Wertbeitrag für Kunden einer Bank zu evaluieren. • können unter Berücksichtigung von Kundenpräferenzen eigenständig innovative Finanzprodukte entwickeln. • sind in der Lage die Positionen Eigen- und Fremdkapital von Unternehmen auf Basis der Optionspreistheorie zu bewerten. • können Instrumente zum Kreditrisikotransfer erläutern und deren Einsatzmöglichkeiten kritisch hinterfragen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Hull, John C.: Options, futures and other derivatives Weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 56422	**Organizing for digital transformation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Organizing Digital Transformation (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Julian Kurtz Prof. Dr. Kathrin Möslein	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	**Inhalt**	The course focusses on dynamics in organizational transformation driven through information technology (IT) and consists of two parts. The first part introduces the topic from an industrial perspective and explores the re-organization of value streams in the course of the digital transformation. Teaching in this part includes contributions from a German automotive company. Students will work in a project-oriented mode for half the lecture and then present their results. The second part takes the perspective of academic research on the organization of the digital transformation. It introduces different theoretical frameworks to gain a deeper understanding of the phenomenon and explores its implications for global business structures. Students write a short essay to show what they have learned. Together, the lecture allows the students to gain theoretical knowledge on the digital transformation and acquire practical problem-solving skills as well to work effectively on innovative projects in the field.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • are familiar with different theories of works systems and service systems and their practical application • know more about the contribution of information technology in managing complex innovation activities • have an improved understanding of the global IT Industry and various strategies that are used • can identify and unravel the business problem in a case study and actively take part in class discussions
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• general knowledge of digital technology and their economic applications • basic understanding of simple software applications • first experience with team projects
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Seminararbeit Seminar paper approx. 5 pages Presentation approx. 30 minutes (partly in group)

11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	None

1	**Modulbezeichnung** 56460	**Unternehmenssteuerrecht** Company taxation	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: VL Unternehmenssteuerrecht (2.0 SWS) Übung: UE Unternehmenssteuerrecht (0.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Roland Ismer Dr. Christoph Gradl Stefanie Güllich	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Roland Ismer
5	**Inhalt**	• Vertiefte Darstellung von Körperschaftsteuer und Gewerbesteuer • Besonderes Gewicht auf Standardprobleme wie verdeckte Gewinnausschüttungen, verdeckte Einlagen und Hinzurechnungstatbestände • Grundlagen der Besteuerungskonzeption der Personengesellschaft • Grundlagen des Umwandlungssteuerrechts
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können unter Berücksichtigung der Systematik der Gesetze Fallfragen erfassen, beurteilen und systematisch lösen. Unter Anwendung juristischer Methoden auf fortgeschrittenem Niveau sowie Übertragung wissenschaftlicher Literatur zu aktuellen Forschungsfragen können die Studierenden die steuerlichen Fallgestaltungen gutachterlich prüfen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 56470	**Versicherungs- und Risikotheorie** Risk and insurance theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Versicherungs- und Risikotheorie (1.0 SWS) Vorlesung: Vorlesung Versicherungs- und Risikotheorie (Risk and insurance theory) (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Einführend: Entscheidung bei Sicherheit, Unsicherheit, Risiko; Risikomessung, Risikowahrnehmung, Risikobeeinflussung (Vorgehen und Methoden); Risikobewertung am Beispiel der Versicherungsnachfrage (individuell und aus Unternehmenssicht); Risikobewertung am Beispiel des Versicherungsangebots (Risikotheorie, Schadenprozessmodellierung, Optionspreis-Modell); Problematik der Informationsasymmetrien (Adverse Selektion, Moral Hazard); Enterprise Risk Management (Bedeutung und Rahmenwerke, Risikostrategie, Risikoidentifikation und -bewertung, Governance, Risikokultur); Emerging Risks.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • haben vertiefte Kenntnisse über die zentralen Konzepte der Risikobewertung sowie der Versicherungs- und Risikotheorie, können diese beurteilen und hinterfragen; • können ihre theoretischen Kenntnisse auf konkrete Fragestellungen anwenden; • erlernen den Umgang mit und die Bewertung von Risiken in Unternehmen; • können die theoretischen Kenntnisse zur Risikomessung im Rahmen einer Monte-Carlo-Simulation in Excel umsetzen; • lernen interaktiv im Rahmen von Workshops in Gruppen aktuelle Fragestellungen im Kontext der Versicherungs- und Risikotheorie zu strukturieren, zu erarbeiten und zu präsentieren; • entwickeln und vertiefen dabei ihre Kompetenzen in der Teamarbeit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)

		Im Wintersemester besteht vorlesungsbegleitend die Möglichkeit einer freiwilligen Notenverbesserung, wobei eine Verbesserung um bis zu 0,3 Notenstufen erfolgen kann. Dazu können Studierende auf StudOn vier je ca. 10-minütige Online- Kurztests (Quizze) zur Aufbereitung des Vorlesungsstoffs bearbeiten. Die Notenverbesserung erfolgt, wenn die Quizze erfolgreich bearbeitet wurden sowie die Klausur mit der Note 4,0 oder besser bestanden wurde. Etwaige Quizergebnisse aus dem Wintersemester werden für eine Nachholprüfung im Sommersemester übernommen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die vorbereitende und weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 56512	**Bedürfnisse von Arbeitnehmer*innen - das Beispiel Diversity** Needs of employees - the example of diversity	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Masterseminar: Bedürfnisse von ArbeitnehmerInnen-das Beispiel Diversity (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Werner Widuckel	

4	**Modulverantwortliche/r**	Annika Ebert Prof. Dr. Werner Widuckel
5	**Inhalt**	Aufbereitung, Interpretation und Diskussion von aktuellen Themen und Studien zur Veränderung von Belegschaftsstrukturen als Herausforderungen für das Personalmanagement
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden lernen anhand aktueller Literatur, Themen und Studien, wissenschaftliche Befunde zu analysieren und zu interpretieren und hieraus mögliche Schlussfolgerungen für die Handlungsfelder des Personalmanagements zu ziehen. Zielsetzung ist die Befähigung zur kritischen Reflexion und Bewertung wissenschaftlicher Erkenntnisse und deren mögliche Aufnahme in die personalpolitische Praxis.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse der Handlungsfelder des Personalmanagements
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wechselnde aktuelle Forschungsliteratur

1	**Modulbezeichnung** 56530	**Asset liability management (Versicherungen)** Asset liability management (insurance)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Asset Liability Management (1.0 SWS) Vorlesung: Vorlesung "Asset Liability Management (Versicherungen)" (2.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	• Einführung: Rahmenbedingungen im Finanzdienstleistungssektor; strategische Zielgrößen von Versicherungsunternehmen (Konzepte und Messung von Kennzahlen) • Asset Management: grundsätzliche Überlegungen; Risikostreuung in Theorie und Praxis; rechtliche Rahmenbedingungen; Chancen und Risiken von Investitionen in Infrastruktur und erneuerbare Energien unter Solvency II; strategische Aspekte der Kapitalanlagepolitik; Performancemessung; Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten in der Kapitalanlage • Liability Management: Ausgleich im Kollektiv; Chain Ladder Verfahren; Rückversicherungsformen; Alternativer Risikotransfer (u.a. Insurance Linked Securities, Cat Bonds) • Asset Liability Management für Versicherungen: Immunisierungsansätze (Cashflow und Duration Matching); Optimierungsstrategien; Szenarioanalysen und Dynamische Finanzanalyse; wissenschaftliche Forschungsarbeiten im Kontext des ALM • Cyber-Risiken im Kontext des ALM, Versicherbarkeit und Management von Cyber-Risiken • Umsetzung von Szenarioanalysen mit Monte-Carlo Simulation im Rahmen einer Excel-basierten ALM Case Study
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erlernen die grundlegenden und vertiefenden Konzepte des Asset Liability Managements eines Versicherungsunternehmens; • können Modellannahmen hinterfragen; • können die theoretischen Konzepte auf konkrete Fragestellungen anwenden; • können Monte-Carlo Simulation in Excel einsetzen, dabei ihre theoretischen Kenntnisse anwenden und eigenständig im Rahmen einer ALM-Simulationsstudie mit Szenarioanalysen umsetzen; • lernen interaktiv im Rahmen von Workshops in Gruppen aktuelle Fragestellungen im Kontext des ALMs zu strukturieren, zu erarbeiten und zu präsentieren; • entwickeln und vertiefen dabei ihre Kompetenzen in der Teamarbeit.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) *Im Sommersemester besteht vorlesungsbegleitend die Möglichkeit einer freiwilligen Notenverbesserung, wobei eine Verbesserung um bis zu 0,3 Notenstufen erfolgen kann. Dazu können Studierende auf StudOn vier je ca. 10-minütige Online-Kurztests (Quizze) zur Aufbereitung des Vorlesungsstoffs bearbeiten. Die Notenverbesserung erfolgt, wenn die Quizze erfolgreich bearbeitet wurden sowie die Klausur mit der Note 4,0 oder besser bestanden wurde. Etwaige Quizergebnisse aus dem Sommersemester werden für eine Nachholprüfung im Wintersemester übernommen.*
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die vorbereitende Literatur und auch die weitergehende, forschungsbezogene Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 56540	**Lebensversicherung** Life insurance	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Vorlesung "Lebensversicherung" (2.0 SWS) Übung: Übung zu "Lebensversicherung" (1.0 SWS)	2,5 ECTS 2,5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Alexander Bohnert Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	• Einführung in den Lebensversicherungsmarkt • Darstellung von klassischen und innovativen Lebensversicherungsprodukten (und den darin enthaltenen impliziten Optionen) • Versicherungsmathematische Aspekte: Bestimmung von Prämien und Deckungsrückstellungen auf Basis der typischen aktuariellen Rechnungsgrundlagen (Zins, Sterbetafeln) • Analyse und Bewertung von Fondsprodukten mit Garantien • Absicherung von Garantien in Fondsprodukten mit Kapitalanlagestrategien (u.a. Constant Proportion Portfolio Insurance)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • aktuelle Entwicklungen im Lebensversicherungsmarkt beurteilen und hinterfragen diese; • Prämien und Deckungsrückstellungen von klassischen Lebensversicherungsverträgen berechnen und kennen die zentralen Einflussgrößen; • klassische und fondsgebundene Lebensversicherungsprodukte mit verschiedenen Garantien bewerten und verschiedene Methoden der Bewertung vergleichen und Modellannahmen kritisch hinterfragen; • einschätzen, wie verschiedene Arten von Finanzgarantien abgesichert werden müssen und können hierfür auch Kapitalanlagestrategien anwenden; • ihre theoretischen Kenntnisse im Rahmen einer Monte-Carlo-Simulation in Excel umsetzen und auf praktische Fragestellungen anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten) *Im Sommersemester besteht vorlesungsbegleitend die Möglichkeit einer freiwilligen Notenverbesserung, wobei eine*

		Verbesserung um bis zu 0,3 Notenstufen erfolgen kann. Dazu können Studierende auf StudOn vier je ca. 10-minütige Online-Kurztests (Quizze) zur Aufbereitung des Vorlesungsstoffs bearbeiten. Die Notenverbesserung erfolgt, wenn die Quizze erfolgreich bearbeitet wurden sowie die Klausur mit der Note 4,0 oder besser bestanden wurde. Etwaige Quizergebnisse aus dem Sommersemester werden für eine Nachholprüfung im Wintersemester übernommen.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Die vorbereitende Literatur und auch die weitergehende, forschungsbezogene Literatur werden im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 57030	**Managing enterprise-wide IT architectures**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Masterseminar: Managing Enterprise-Wide IT-Architectures & Case Study Seminar (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Nils Kemmerzell	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Amberg
5	**Inhalt**	**Lecture: Fundamentals of Enterprise-Wide IT Architecture Management** The lecture Fundamentals of Enterprise-Wide IT Architecture Management provides the fundamentals of business process management and the underlying IT architecture. The course has a strong focus on concepts of business-IT-alignment e.g., service oriented architectures, cloud computing, and enterprise-wide IT systems as well as important paradigms to (re-) design enterprise IT architectures. **Case Study Seminar** Managers and business leaders in the field of information technology must make decisions with limited information and a swirl of business activities going on around them. They are required to evaluate options, make choices, and find solutions to the challenges they face every day. In this seminar, students will take on the perspective of a decision-maker by analyzing and discussing complex management challenges illustrated in different case studies from leading business schools.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Lecture: Fundamentals of Enterprise-Wide IT Architecture Management** Students • know about the major differences of process and workflow management, • know about the main models of IT Service Management and Business-IT Alignment, • can understand the impact of Big Data Technologies on Value Creation, • can assess and implement different types of Big Data Systems, • can explain the major differences of automated communication concepts like EDI, XML and EDIFCAT, • can assess process standardization in different environments. **Case Study Seminar** Students should • know about real-world challenges in the area of IT management, as well as methods for analyzing case studies, • be able to apply the vocabulary, theory, and methods they have learned in the lecture,

		• be able to develop solutions to business problems, as well as defend their solutions and discuss them critically in a group setting, • be able to present solutions to case study problems in English.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Fallstudie(n) Klausur • Lecture: written examination (60 min. – 100%) • Case Study Seminar: Presentation (2 x 15 min. – 33,33%), class participation (33,33%) and discussion paper (2 x 1 Page– 33,33%)
11	**Berechnung der Modulnote**	Fallstudie(n) (50%) Klausur (50%) • Lecture: 50% of module score • Case Study Seminar: 50% of module score
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture: Rood, M. A. Enterprise architecture: Definition, content, and utility, in Proceedings of the Third Workshop on: Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, 1994, pp. 106-111. • Case Study Seminar: Ellet, W. The Case Study Handbook: How to Read, Discuss, and Write Persuasively About Cases. Harvard Business Review Press, 2007.

1	**Modulbezeichnung** 57043	**Business intelligence**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Business Intelligence (SS24) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Pavlina Kröckel Kristina Müller	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Pavlina Kröckel
5	**Inhalt**	We introduce a variety of topics which will give you a kick start in the field of data science and will help you to continue the learning path in other, more advanced courses. We teach the whole data science process (based on the industry-wide accepted CRISP model) from the business and data understanding to the deployment and management steps. Students get familiar with terms like data science, machine learning, and artificial intelligence, as well as available tools and technologies. You will learn what is behind the technology that powers everything from your shopping suggestions on Amazon to automatic systems like chatbots and self-driving cars. We teach you the most used machine learning algorithms right now: decision trees, neural networks, association rules (Apriori and FP Growth), clustering algorithms (k-Means, DBSCAN).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • Can describe important business intelligence and data science concepts, tools, and algorithms • Learn how to structure a data science project • Work on a practical exercise and apply the learned algorithms on a real-world dataset • Are able to evaluate a machine learning model and decide on its goodness of fit.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	The lecture is intended for students with no prior knowledge in data analytics. Course is **limited to 200 participants**.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) A **pre-requistite** to attend the **exam** is **course registration on StudOn**. Course participation is limited. Thus, we cannot offer an exam for students not part of the StudOn course.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	All relevant material will be provided during the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 57046	**Designing gamified systems (DGS)** Designing gamified systems (DGs)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Designing Gamified Systems (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Benedikt Morschheuser
5	**Inhalt**	Driven by the rising popularity of (video) games, technology, business, and society are increasingly influenced and penetrated by games and trends of the gaming industry. One of the probably most important phenomena of this multi-faceted development is gamification, which addresses the use of design principles and features from games in information systems, process or service design. Gamifications popularity stems from the notion that games are a pinnacle form of hedonic information systems and thus are particularly effective in invoking intrinsic motivation and experiences such as autonomy, mastery, flow, immersion, relatedness and overall enjoyment. Across industries, marketers, designers and developers are thus using gamification as a design approach when engineering digital products and services with the purpose of inducing gameful experiences, influencing human motivation and even change behavior in various contexts. This course • teaches the key concepts, design patterns, and approaches of motivational, hedonic (i.e. games and video games), social and gamified information systems. • offers deep insights into advanced concepts and theoretical foundations of game design, motivational psychology, and information system design. • introduces methods and frameworks for designing gamified systems and managing gamification projects. • discusses latest research findings and the potential impact of gamification on society, economy, and everyday life. Capstone Project: The course is complemented with a practical design project, where students in a team select and apply design methods & techniques in order to create a prototype of a gamified / hedonic information system. Within this project, the students can apply knowledge and skills acquired in this lecture and their studies in a challenging context.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students gain knowledge in understanding the underlying design principles of gamified and hedonic information systems and are able to analyze and discuss such systems. The students learn state-of-the-art methods, techniques, and tools for successfully conducting gamification projects and are able to select and apply them. The students train their creativity and prototyping skills. Further they can improve their collaboration and presentation skills.

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Motivation to work in an international and interdisciplinary group on a challenging topic. Creativity, prototyping skills, or development experiences can be helpful. The number of participants is limited. Please see website for details on the application process!
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht Präsentation Project report: 40% of module score (partly group work) (- ca. 20 pages, page limit includes: key figures, tables, abstract; limit excludes: cover page, references, and appendices. Presentation of the project report: 60% of module score (partly group work) - Group presentation of the project report and final prototype (5 min per person) - Each member presents the individual project contribution (10 min per person) - Followed by 10 min Q&A per person which focus on the content of the project and the lecture
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (40%) Präsentation (60%)
12	**Turnus des 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**	Koivisto, J & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems: A review of gamification research. International Journal of Information Management, 45. pp. 191-210. Morschheuser, B., Hassan, L., Werder, K., Hamari, J. (2018). How to design gamification? A method for engineering gamified software. Information & Software Technology, 95. pp. 219-237. Radoff, J. (2011). Game On: Energize Your Business with Social Media Games. Wiley, USA. Salen, K. (2004). Rules of

		play: game design fundamentals. MIT Press, Cambridge, USA. further literature will be made available in the lecture.

1	**Modulbezeichnung** 57053	**Innovation and leadership**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	**Inhalt**	The lecture focuses on the challenges of leading and communicating innovation and change in IT enabled companies and networked organizations. Based upon that, creating a sustainable innovative environment is a leadership task. In order to succeed at this task, leaders must develop innovative abilities to deal with the challenges inherent in a business environment characterized by fluid, unstructured and changing information. The aim of this course is thereby twofold. First, the course delineates and describes different yet emerging innovation tools, organizing them into a coherent set of classes. Each class of tools is described using a set of up-to-date business cases that depict the current status of the information systems. The second aim of this course is to get an overview of how to structure leadership systems towards innovation, how leaders can motivate to foster innovative thinking and what new forms of innovation (e.g. open innovation) mean for the definition of leadership. In doing so, this lecture represents an Idea Transformation Class as students are encouraged not only to merely develop, but to actively deploy specifically developed concepts.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • will understand and explore the theories and practicalities of leadership in open innovation contexts. • will gain knowledge on leading and communicating innovation and translate it in leadership behavior in real case contexts. • will learn to assess, reflect and feedback the impact of practical leadership for innovation
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basic understanding of innovation management • Basic understanding of management processes • First experience in team projects
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation schriftlich Presentation approx. 40 minutes Written assignment approx. 22 pages (partly in group)

11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (0%) schriftlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Huff, Möslein & Reichwald: Leading Open Innovation; 2013 MIT Press,ISBN-13: 978-0262018494

1	**Modulbezeichnung** 57060	**Managing global projects and information technology**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Michael Amberg
5	**Inhalt**	**Lect1/Ex1:** The traditional role of the Chief Information Officer (CIO) as gatekeeper of technology and protector of corporate information asset activities is changing. Next to the daily duties to keep the IT operations and projects running often facing shrinking budget constraints an enterprise IT manager becomes an important business partner in supporting the transformation of the traditional business to the digital age. The course has a strong focus on the role of IT within different types of enterprises and highlights IT from two different angles: IT as organizational function and IT as driver of organizational transformation. The lecture is divided into two parts (1) IT Management in enterprises (2) IT-driven business models **Lect2/Ex2:** Increasing globalization of business operations and the high importance of project structures for global operations force companies worldwide to develop and strengthen their capabilities for managing global projects. Therefore, future professionals capable of successfully coordinating projects across multiple countries and cultures will have excellent career prospects. To prepare students for the task of managing global projects, the course will focus on the following topics: • Characteristics and organization of global projects • Cultural influences (effects and remedies) • Controlling of globally distributed projects • Challenges of IS outsourcing/offshoring projects For each of these topics, students will be given an introduction to the topic (knowledge transfer) and then work on real-world examples to gain deeper insights into the topic (knowledge application). In addition, students will work in teams on a project during the semester.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	**Lect1/Ex1 and Lect2/Ex2:** The main goal of the course is to familiarize students with the foundations of successful management in global IT-projects. The students will • describe and explain key IT Management models, • describe the project life cycle,

		• explain and evaluate design options of an IT organization and challenges of the CIO, • explain main organizational IT cost categories and tasks of managing IT costs, • describe components of a (digital) business model, • evaluate (digital) business models, • evaluate challenges caused by distance in globally distributed projects and learn about the approaches of dealing with them, • evaluate IT archetypes and decision domains, • evaluate PMOs in (IT) organization analyze different collaboration tools, • understand the impact of new technologies, such as Big Data Technologies, on value creation.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Lect1/Ex1: None • Lect2/Ex2: Basic knowledge on project management principles and techniques
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich Hausarbeit • IIS exam-no. 70603 Lect1/Ex1: Managing information technology (2 SWS) 2,5 ECTS - Written assignment (100%) • IIS exam-no. 70604 Lect2/Ex2: Managing global projects (2 SWS) 2,5 ECTS - Presentation (30 min. – 33,33%), class participation (33,33%) and discussion paper (4 pages)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (50%) Hausarbeit (50%) • Lect1/Ex1: 50% of module score • Lect2/Ex2: 50% of module score
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**	**Lect1/Ex1** • Carr, N. G. (2003): IT doesnt matter. Harvard Business Review, 81(5), 419, 128. • Christensen, C. M., & Overdorf, M. (2000). Meeting the Challenge of Disruptive Change. Harvard Business Review, 78(2), 6676.

		Lect2/Ex2 • Binder J.: Global Project Management: Communication, Collaboration and Management Across Borders. Gower Publishing Ltd, ISBN: 0566087065.

1	**Modulbezeichnung** 57110	**Platform strategies**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein
5	**Inhalt**	The course builds on the platform and network aspects in core strategy and aims to highlight the specific strategies for firms operating in multi-sided-markets. The course will cover most relevant concepts around platforms such as network effects, and how network effects impact/ create new business models. Core issues around platform-mediated network firms, such as standards, pricing, envelopment, and competition dynamics will be discussed. The course will be taught through a set of cases that ensures that participants appreciate the multi-dimensional nature of managing in network businesses.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students • can identify and unravel the business problem in a case study and actively take part in class discussions • can describe platform intermediation in two sided markets, platform dominance and Winner-takes-all dynamics • can develop strategies for creating platform mediated networks and understand pricing in these businesses
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Projekt-/Praktikumsbericht • Written assignment (Individual seminar paper) approx. 3000 words • Project report approx. 1000 words (partly in group)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (50%) Projekt-/Praktikumsbericht (50%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Klemperer, P. 2005. Network effects and switching costs. In Durlauf, S.N. & Blume, L.E. (Eds.), The new palgrave dictionary of Economics, Palgrave Macmillan. Eisenmann T., Parker, G., & Van Alstyne, M. 2006. Strategies for two-sided markets. Harvard Business Review Oct. 2006. Hidding, G.J., Williams, J. & Sviokla, J.J. 2011. How platform leaders win, Journal of Business Strategy, 32, 2, 29-37. Suarez, F.F. & Kirtley, J. 2012. Dethroning an established platform, MIT Sloan Management Review, Summer 2012. The following books are suggested for the advanced reader on the basics on network economics. Shy O. 2001. The Economics of Network Industries, Cambridge University Press: Cambridge, England. Gawer A, Cusumano M. 2002. Platform Leadership: How Intel, Microsoft, and Cisco Drive Industry Innovation. Harvard Business School Press: Boston, MA. Evans D, Hagiu, A, Schmalensee, R. 2006. Invisible Engines: How Software Platforms Drive Innovation and Transform Industries, MIT Press, Boston, MA. * The cases for each lecture are to be decided.

1	**Modulbezeichnung** 57173	**Management von Logistik- und SCM-Projekten** Management of logistics and SCM projects	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Management von Logistik- und SCM-Projekten (vhb-Kurs) (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Christopher Münch Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann
5	**Inhalt**	Dieser Kurs vermittelt unter stetigem Logistikbezug die Grundlagen des Projektmanagements. Darüber hinaus werden die vier Logistik-Projekttypen aufgezeigt und zu jedem der Projekttypen typische Logistik- und SCM-Fragestellungen erläutert. Im Rahmen von Gastvorträgen werden reale Logistik- und SCM-Projekte von erfahrenen Projektmanagern präsentiert. Hierdurch werden vor allem logistikspezifische Besonderheiten demonstriert, vorhandene Barrieren thematisiert und geeignete Tools und Vorgehensweisen zur Umsetzung von Logistikprojekten vorgestellt. Im Rahmen der Übung wird das erlangte Wissen vertieft und gefestigt. Die Bearbeitung von Fallstudien erlaubt es den Studierenden außerdem, ihr erlangtes Wissen direkt selbstständig anzuwenden. Hierfür werden Aufgaben zu verschiedensten Themen, wie z.B. Zieldefinition, Grobplanung und Festlegung von Hauptmeilensteinen, Machbarkeits- und Risikoanalyse, Strukturplanung und Aufwandsschätzung, Termin- und Ablaufplanung, Einsatzmittelplanung/ Kostenplanung und Projektauswertung gestellt. Entsprechend ist das Lehrangebot thematisch wie folgt gegliedert: Modul 1: Projektmanagement in der Logistik und im SCM Grundlagen Modul 2: Projektdefinition Modul 3: Projektplanung Modul 4: Projektdurchführung und -steuerung Modul 5: Projektabschluss Modul 6: Risikomanagement im Projektgeschäft Modul 7: Soft Skills und Teamwork im Projektmanagement Modul 8: Logistik-Optimierungsprojekt Modul 9: Supply Chain-Optimierungsprojekt Modul 10: Logistik-Gestaltungsprojekt Modul 11: Supply Chain-Gestaltungsprojekt
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Nach Abschluss des Kurses sind die Teilnehmenden in der Lage: • Die wichtigsten Begriffe und Konzepte des Projektmanagements zu erläutern • Logistik- und SCM-Projekte zielführend zu planen • Risiken, die während der Projektlaufzeit auftreten können, zu identifizieren, zu bewerten und zu managen • Logistik- und SCM-Projekte durchzuführen und zu steuern • Projektteams zu führen und auftretende Konflikte zu managen

		• Logistik- und SCM-Projekte fristgerecht abzuschließen und die gewonnenen Projekterfahrungen für zukünftige Projekte zu sichern Die Konzeption als Selbststudium fördert zudem die Selbstorganisation und -disziplin sowie das eigenverantwortliche Zeitmanagement der Studierenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine Eine Registrierung über die vhb (www.vhb.org) ist zwingend notwendig, um den Kurs belegen zu können und um Zugang zum StudOn Kurs zu erhalten.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Fallstudie(n) Klausur
11	**Berechnung der Modulnote**	Fallstudie(n) (30%) Klausur (70%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 1 h Eigenstudium: 149 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Kurs bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 57174	**Technology-based service innovation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	Im Seminar erarbeiten die Studierenden ein Konzept für eine technologiebasierte Dienstleistungsinnovation, wobei sich das Seminar in drei Phasen gliedert. In der ersten Phase werden den Studierenden Grundlagen des Service Design Thinkings vermittelt sowie gemeinsam die für das Seminar geeigneten Methoden der strategischen Analyse rekapituliert. Die zweite Phase umfasst die strategische Analyse einer ausgewählten Branche (B2B oder B2C) in Gruppenarbeit, wobei verschiedene Methoden des Strategischen Managements um Einsatz kommen. Ziel dieser Phase ist der Erwerb von grundlegenden Branchenkenntnissen sowie das Verständnis von zukünftigen Herausforderungen und relevanten Technologien. Die dritte Phase des Seminars besteht aus kreativer Arbeit. Durch Einsatz des Service Design Thinkings werden aus Nutzersicht Innovationspotenziale für Dienstleistungen in den Gruppen erarbeitet. Hierbei sollen verschiedene Methoden des Design Thinkings ausgewählt und angewendet werden. Die dabei erarbeiteten Ideen werden bewertet, diskutiert und die beste als Dienstleistungskonzept detailliert ausgearbeitet.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • wissen um die Herausforderungen des Managements und der Entwicklung von innovativen Dienstleistungen • sind fähig unter Anwendung von Methoden eine strategische Analyse durchzuführen • beherrschen die Anwendung von designorientierten Innovationsmethoden und Kreativtechniken zur Entwicklung von Dienstleistungsinnovationen • sind in der Lage verschiedene Ideen für eine Dienstleistungsinnovation zu entwickeln und diese systematisch zu bewerten • sind in der Lage dieses Wissen auf ein konkrete Branche anzuwenden und basierend hierauf eine Dienstleistungsinnovation zu entwickeln, auszuarbeiten und zu präsentieren
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Hausarbeit Umfang der Hausarbeit: 7.000 Wörter Dauer der Präsentation: 30 Minuten
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (30%) Hausarbeit (70%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Busse, D. (2005). Innovationsmanagement industrieller Dienstleistungen. Wiesbaden: Gabler. Roger, L. M. (2009). Design of Business: Why Design Thinking is the Next Competitive Advantage. Boston: Harvard Business Review Press Stickdorn, M. (2012). This is Service Design Thinking: Basics, Tools, Cases. Amsterdam : BIS Publishers Voigt, K-I. (2008). Industrielles Management. Berlin: Springer.

1	**Modulbezeichnung** 57178	**Planspiel: Unternehmen wert- und risikoorientiert steuern** Business simulation: risk- and value-oriented management of firms	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Planspiel: Unternehmen wert- und risikoorientiert steuern (2.0 SWS) Es besteht Anwesenheitspflicht.	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Nadine Gatzert	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Nadine Gatzert
5	**Inhalt**	Im Rahmen des Planspiels • steuern die Studierenden als Vorstandsteams in Gruppen einen Versicherungskonzern mit Lebens- und Schadensversicherung wert- und risikoorientiert • mit Fokus auf Entscheidungen bzgl. dem Produkt-Mix, Marketing und Absatz, Kapitalanlagen sowie Anforderungen an das Risikomanagement • über mehrere Geschäftsjahre (computergestützte Unternehmenssimulation mit stochastischem ökonomischen Szenariogenerator) • im Spannungsfeld von Wachstum, Profitabilität und Sicherheit • unter Beachtung von Nachhaltigkeitsrisiken und -chancen • mit sich dynamisch verändernden Rahmenbedingungen, starken Interaktionen des Unternehmens mit seiner Umwelt und komplexen Zusammenhängen innerhalb des Unternehmens. Einführend werden dazu die strategischen Zielgrößen von Unternehmen unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsrisiken und chancen (ESG: environmental, social, governance), Steuerungsmöglichkeiten eines Versicherungskonzerns mit Lebens- und Schadensversicherung sowie Finanz- und Versicherungskennzahlen aus der wert- und risikoorientierten Steuerung vorgestellt. Im Rahmen des Planspiels wenden die Studierenden die theoretischen Grundlagen an, berücksichtigen Elemente der Corporate Governance und Unternehmenskultur zur Förderung des nachhaltigen Unternehmenserfolgs und entwickeln ihre Kompetenzen im Umgang mit komplexen unternehmerischen Entscheidungen sowie in der Zusammenarbeit von Teams.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können • Verantwortungsbereiche und Entscheidungsprozesse im Vorstandsteam definieren; • ein Unternehmensleitbild entwickeln; • die Situation ihres Unternehmens analysieren; • strategische Unternehmensziele im Hinblick auf nachhaltiges Wachstum, Profitabilität und Sicherheit unter Berücksichtigung von Finanz- und Versicherungskennzahlen konkretisieren;

		• dabei theoretische Grundlagen der wert- und risikoorientierten Unternehmenssteuerung anwenden; • Handlungsfelder ableiten; • ihre Entscheidungen mit stochastischen Szenarien simulieren und die Konsequenzen von Alternativen durchdenken, bevor sie ihre Entscheidungen treffen; • Kennzahlen nutzen und Analysen von Zusammenhängen interpretieren, um die Komplexität der Unternehmenssteuerung zu handhaben; • Nachhaltigkeitsrisiken analysieren und strategische Chancen und Risiken für Versicherungsunternehmen ableiten (z.B. mit Blick auf transitorische und physische Risiken im Bereich Klima und Umwelt / Klimawandel); • ein Verständnis für auftretende Spannungsfelder bei strategischen Zielgrößen in Versicherungsunternehmen entwickeln und lernen damit umzugehen; • Anreizstrukturen für die Vorstandsvergütung zur Förderung eines nachhaltigen Unternehmenserfolgs erarbeiten; • Dimensionen der Unternehmens- und Risikokultur erarbeiten und bewerten, die wesentlich zu einem nachhaltigen Unternehmenserfolg beitragen; • im Rahmen einer Präsentation über ihre Strategie sowie die getroffenen Entscheidungen über die Geschäftsjahre berichten und diese kritisch reflektieren; • ihre Kompetenzen in der Zusammenarbeit von Teams entwickeln und Erfolgsfaktoren in der Zusammenarbeit reflektieren; • ihre Kompetenzen im Umgang mit Komplexität bei unternehmerischen Entscheidungen entwickeln.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine. Die Anmeldung erfolgt per E-Mail an wiso-vwrm@fau.de unter Zusendung des Notenspiegels und des Lebenslaufs (beschränkte Teilnehmerzahl. Auswahl auf Basis der Studienleistungen und des Lebenslaufs).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;1;3
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich/mündlich elektronische Prüfung Präsentation: ca. 20 Min. Präsentationspapier: ca. 20 Seiten, zusätzlich Protokoll mit den Anteilen der Gruppenmitglieder (ca. 1 Seite). Elektronische Prüfung: 30 Min.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich/mündlich (65%) elektronische Prüfung (35%)

12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 57179	**Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Industrie** Digitalization of industrial value chains	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Digitalisierung der Wertschöpfungskette in der Industrie (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Klaus Helmrich Lars Friedrich Manuel Zall	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In dem Seminar, welches vom ehemaligen CEO von Siemens Digital Industries, Herrn Helmrich, begleitet wird, erarbeiten die Studierenden zu wechselnden Rahmenfragestellungen der industriellen Digitalisierung in Gruppen Seminararbeiten. Die Ergebnisse dieser werden dann im Rahmen von einer Abschlussveranstaltung vorgetragen, verteidigt und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert und autonom Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext der industriellen Digitalisierung. Hierzu führen die Studierenden ggf. empirische Datenerhebungen und Literaturrecherchen durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Herrn Helmrich und Herrn Prof. Dr. Voigt verteidigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Umfang der Hausarbeit: 7.000 Wörter Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (70%) Präsentation (30%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur (wird im Kurs bekanntgegeben).

1	**Modulbezeichnung** 57241	**Service innovation**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Service Innovation (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Layla Hajjam Natalie Breutner Prof. Dr. Kathrin Möslein apl. Prof. Dr. Angela Roth	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kathrin Möslein apl. Prof. Dr. Angela Roth
5	**Inhalt**	Services now account for over 80% of all transactions in developed economies, but typically receive much less R&D attention than products. Developing service innovations demands a clear strategy from businesses with four interlocking core elements: search, selection, implementation and evaluation of innovative concepts. If even one of these phases is not been clearly thought through, the entire innovation process is likely to collapse. This course focuses on successful approaches, methods, tools and efforts to develop service innovations.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students can: • learn about items, notions, characteristics and special features in innovation management for services, service design methods and cases. • learn to judge and discuss innovation management tasks and alternative solutions with respect to the specialties of services. • experience methods of service design by themselves in interactive lectures, gain a feeling for suitable methods and learn to reflect different effects. • apply their knowledge and competences in solving cases and thereby analyze selected issues of managing, developing and innovating services. • work together in international small work groups, present their results in English, give feedback to other students work and discuss different solution approaches.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Basic understanding of product and service business processes • General knowledge on management and strategy • Openness to work interactively and in interdisciplinary and international teams
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Präsentation Seminararbeit

		This module is part of the pilot project "Early Seminar Registration". Examination registration for both examinations of this module will take place at the beginning of the lecture period (not in the regular examination registration period). The examinations of this module start directly after the registration, hence a withdrawl from the registration for the examinations of this module is not possible. Seminar paper approx. 7 pages Presentation approx. 10 minutes
11	**Berechnung der Modulnote**	Präsentation (30%) Seminararbeit (70%)
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**	Specific literature will be listed in the course

1	**Modulbezeichnung** 57320	**Foundations of linked data**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Foundations of Linked Data	-
3	Lehrende	Prof. Dr. Andreas Harth	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Andreas Harth
5	**Inhalt**	The Linked Data principles provide a unified interface to data and software systems based on web architecture. Linked Data is increasingly popular in scenarios where data and systems from multiple providers have to be integrated, both in an enterprise setting and on open data from the web. The module covers foundational techniques to access, process and integrate data, both from a theoretical and a practical perspective, and provides a coherent treatment of protocols and languages specified by the World Wide Web Consortium. The module combines techniques from different areas, such as databases and artificial intelligence, adapted for use in a decentralised setting on the web. The overarching topic is to facilitate data integration on the basis of resource-oriented modelling, knowledge representation, hyperlinks and state transfer between user agents and servers. The module sets out with a history of hypertext systems, followed from an introduction to web architecture and knowledge representation, including algorithms for query evaluation and deductive reasoning. The module closes with a user agents for querying integrated data from sources attainable through the web.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	You will learn how to describe data in a way that facilitates integrated access. You will be able to write queries that access large amounts of data within a unified logical framework. You will be able to apply the technologies and techniques around Linked Data to support data integration in an enterprise setting and on the web, and therefore have the necessary skills for a broad variety of data science applications.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Students should have a basic understanding of how the internet and the web work. Some knowledge of relational databases is beneficial.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 57387	**AI and Data in Business and Management**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: AI & Data in Business and Management (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Lydia Mammen Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Lauren Mackintosh	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Lydia Mammen Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In the seminar, which is supervised by Dr. Lydia Mammen (Vice President Data Analytics at adidas), the students work in groups on seminar papers on changing questions in the context of artificial intelligence, digital technologies, and data in business and management. The results are then presented, defended, and discussed at a final event.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	The students work in groups largely self-directed and autonomous. They analyze complex business issues in the context of the management of artificial intelligence, digital technologies and data in organizations. For this purpose, the students collect empirical data and review existing (scientific) literature, if necessary, and decide largely independently on the methods of analysis to be used. The goal is the development, structuring and presentation of detailed and specialized knowledge based on the current state of knowledge on the respective topic. The developed results are then jointly presented by the group in the seminar and defended in front of Dr. Mammen and Prof. Dr. Voigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	None.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Projekt-/Praktikumsbericht Präsentation Umfang des Projekt-/ Praktikumsberichts: 5.000 Wörter Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Projekt-/Praktikumsbericht (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

1	**Modulbezeichnung** 57410	**Product innovation management in emerging markets**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Product Innovation Management in Emerging Markets (vhb) (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Rabab Saleh	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann Rabab Saleh
5	**Inhalt**	This course is an online course, which is included in the curriculum of the Virtuelle Hochschule Bayern (vhb). Hence, this course will be conducted online only. Attendance is only required for examination (see section method of examination). The course Product Innovation Management in Emerging Markets is intended for future managers and entrepreneurs who want to understand the trends in the management of innovation in an emerging markets context. The course includes a combination of online lectures, videos, keynotes and case studies in which participants study the management of innovation in emerging economies. Course contents include: • An introduction to product innovation management in emerging markets • Basic definitions and concepts of emerging markets as well as innovation • Classification and case studies of innovations originating from emerging markets: e.g. frugal innovation, jugaad and reverse innovation • A discourse about the transformation of research and development (R&D) strategies and innovation strategies of Multinationals Currents trends and future outlook on the innovation management in emerging markets
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students will: • become familiar with the scientific literature about innovation management in emerging markets. • understand basic concepts of innovation and emerging markets. • learn different types of innovations originating from emerging markets. • apply their knowledge about innovation in emerging markets in case studies. learn to apply the case study method as part of an interdisciplinary team (group presentation).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Basic understanding of general management and innovation management topics (Bachelor level).
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Fallstudie(n) Präsentation
11	**Berechnung der Modulnote**	Fallstudie(n) (60%) Präsentation (40%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	Radjou, N., & Prabhu, J. (2015), Frugal Innovation: How to Do More with Less. London: Profile Books. Govindarajan V. and Trimble C. (2012), Reverse Innovation, Harvard Business Review Press Radjou, N. and J. Prabhu (2015) Frugal innovation: how to do more with less. London: Pro?le Books Radjou, N. and J. Prabhu (2015) Frugal innovation: how to do more with less. London: Pro?le Books Brem A. and Viardot E. (2013), Evolution of Innovation Management, Palgrave Macmillan Agarwal, N., Grottke, M., Mishra, S., & Brem, A. (2017). A systematic literature review of constraint-based innovations: state of the art and future perspectives. IEEE Transactions on Engineering Management, 64(1), 3-15. Agarwal, N., & Brem, A. (2017). Frugal innovation-past, present, and future. IEEE Engineering Management Review, 45(3), 37-41. Agarwal, N., Chakrabarti, R., Brem, A., & Bocken, N. (2018). Market driving at Bottom of the Pyramid (BoP): An analysis of social enterprises from the healthcare sector. Journal of Business Research, 86, 234-244

1	**Modulbezeichnung** 57455	**Regeneration and sustainable development**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Regeneration and sustainable development (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Dr. Francisco Layrisse Villamizar	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Markus Beckmann
5	**Inhalt**	The seminar provides content on the basics of regenerative practices across different industries and context. The course is divided into three general blocks. The first block of sessions will provide context into the importance of regeneration considering the limitations of currents frameworks such as corporate philanthropy, corporate social responsibility and corporate sustainability management. The second block of sessions will concentrate in understanding the regenerative principles, the importance of socio-ecological systems and circularity. The third block of sessions will focus on analysing regeneration/ circularity in practice by looking at: i) Innovative business models that include regenerative practices and/or circularity ii) Transitions towards regeneration in agrofood systems. iii) Industrial ecology and circular practices iv) Risk management practices for climate change Students will have a mid term presentation and final presentation where they will have identify an innovative business model that integrates regeneration/circularity. In addition, they will have to document in detail the aspects of the model.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	At the end of the seminar students will be able to: • Criticize and frame the limits of our current system • Articulate the root causes of todays wicked problems • Describe the underlying principles of regeneration and circularity • Define characteristics of regenerative and circular enterprises • Contrast traditional enterprises with innovative business/ practices models based on regeneration and/circularity
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Previous courses on sustainability management are recommended but not required.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2;4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Term paper: 25 pages, presentation: 18 minutes

11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (50%) Präsentation (50%)
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**	All necessary materials will be provided via StudOn

1	**Modulbezeichnung** 57490	**Das Innovationsseminar** Innovation management seminar	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: Das Innovationsseminar (2.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt Hannah Altenburg Daniel Krauss	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Kai-Ingo Voigt
5	**Inhalt**	In dem Seminar, welches vom Gründer und CIO (Chief Information Officer) von Flixbus (heute Flixmobility GmbH), Herrn Daniel Krauss, begleitet wird, erarbeiten die Studierenden zu wechselnden Rahmenfragestellungen des Innovationsmanagements in Gruppen Seminararbeiten. Die Ergebnisse dieser werden dann im Rahmen von einer Abschlussveranstaltung vorgetragen, verteidigt und diskutiert.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden erarbeiten in Gruppen weitgehend selbstgesteuert und autonom Analysen zu komplexen betriebswirtschaftlichen Fragestellungen im Kontext des Innovationsmanagements, insbesondere zu den Themen Business Model Innovation und Innovationsmarketing. Hierzu führen die Studierenden ggf. empirische Datenerhebungen und Literaturrecherchen durch und entscheiden weitgehend eigenständig über die zu verwendenden Analysemethoden. Das Ziel ist die Erarbeitung, Strukturierung und Darstellung von detailliertem und spezialisiertem Wissen auf dem aktuellen Erkenntnisstand zu der jeweils ausgeschriebenen Fragestellung. Die erarbeiteten Ergebnisse werden anschließend gemeinsam von der Gruppe in dem Seminar vertreten und vor Herrn Daniel Krauss und Herrn Prof. Dr. Voigt verteidigt.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Hausarbeit Präsentation Umfang der Hausarbeit: 5.000 Wörter Präsentationsleistung: 20 Minuten Präsentation + 10 Minuten Diskussion
11	**Berechnung der Modulnote**	Hausarbeit (50%) Präsentation (50%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kursspezifische Literatur wird im Kurs bekannt gegeben.

1	**Modulbezeichnung** 58072	**Advanced marketing management I: Service Marketing** Advanced marketing management I: Services marketing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltung werden die Charakteristika von Dienstleistungen aufgezeigt und die Instrumente sowie Besonderheiten des Dienstleistungsmarketings dargestellt und diskutiert. Es wird vertiefend auf einzelne Aspekte und aktuelle Forschungsergebnisse zum Dienstleistungsmarketing eingegangen. Studierende sollen im Rahmen der Veranstaltung insbesondere die Kompetenz erwerben, eine wissenschaftliche Fragestellung eigenständig zu bearbeiten, einen Lösungsvorschlag zu unterbreiten und zu verteidigen.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können wissenschaftliche Grundlagen des Dienstleistungsmarketings sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen erläutern, anwenden und bewerten. Im Besonderen können Sie in vertiefter und kritischer Weise zudem die Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches Dienstleistungsmarketing erläutern, anwenden und reflektieren. Die Studierenden können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme im Dienstleistungsmarketing entwickeln. Studierende können komplexe fachbezogene Inhalte klar und zielgruppengerecht präsentieren, in Diskussionen argumentativ vertreten, sowie das eigene Argumentationsverhalten in kritisch-reflexiver Weise erweitern.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Die Teilnehmerzahl ist begrenzt. Bei mehr Anmeldungen als verfügbaren Plätzen werden Studierende, bei denen die Veranstaltung zum Kernbereich gehört, vorrangig behandelt. Bitte informieren Sie sich über die Anmeldeformalitäten auf der Homepage des Lehrstuhls.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Seminararbeit & Präsentation

		- Seminararbeit: ca. 18 Seiten - Präsentation: ca. 25 Min Beide Teilleistungen sind als Gruppenleistung zu erbringen. Um das Seminar zu bestehen, muss jede Teilleistung mit mindestens der Note 4,0 bewertet worden sein.
11	**Berechnung der Modulnote**	Seminararbeit (100%) Diese finale Modulnote ergibt sich dabei anteilig aus: - (Schriftlicher) Seminararbeit: 60 % - Präsentation: 40 %
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Wirtz, J., Lovelock, C. H. (2022): Services marketing: people, technology, strategy, 9. Aufl., Hackensack, NJ. Zeithaml, V.A., Bitner, M. J., Gremel, D. D. (2021): Services marketing: integrating customer focus across the firm, 4. Aufl. (europäische Edition), Dubuque.

1	**Modulbezeichnung** 58081	**Advanced marketing management VII**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	• Theoretische Grundmodelle des Kundenmanagements • Operative und strategische Prozesse der Kundenannäherung • Operative und strategische Prozesse der Kundengewinnung • Operative und strategische Prozesse der Kundenpflege • Management der Prozesse des Kundenmanagements
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können wissenschaftliche Grundlagen sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen anhand der Prozesse, Instrumente und Prinzipien des Kundenmanagements erläutern und anwenden. Im Besonderen können sie in vertiefter und kritischer Weise Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen des Faches erläutern, anwenden und reflektieren. Studierende können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und praktischer Probleme im Bereich des Kundenmanagements anhand von Fallstudien entwickeln und anwenden.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Diller, H., Haas, A., Ivens, B. (2005), Verkauf und Kundenmanagement, Stuttgart.

1	**Modulbezeichnung** 65175	**Robuste Optimierung 1** Robust optimization	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 1 (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Martina Kuchlbauer Florian Rösel Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	Oft sind die Eingabedaten eines mathematischen Optimierungsproblems in der Praxis nicht exakt bekannt. In der robusten Optimierung werden deswegen möglichst gute Lösungen bestimmt, die für alle innerhalb gewisser Toleranzen liegenden Eingabedaten, zulässig sind. Die Vorlesung behandelt die Theorie und Modellierung robuster Optimierungsprobleme, insbesondere die robuste lineare und robuste kombinatorische Optimierung. Darüber hinaus werden anhand von Anwendungsbeispielen aktuelle Konzepte wie z.B. die wiederherstellbare Robustheit gelehrt. Die Präsentation des Stoffes erfolgt in Vorlesungsform. Die weitere Aneignung der wesentlichen Begriffe und Techniken erfolgt durch wöchentliche Hausaufgaben.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen selbstständig Optimierungsprobleme unter Unsicherheit, modellieren die zugehörigen robustifizierten Optimierungsprobleme geeignet und analysieren diese; • nutzen die passenden Lösungsverfahren und bewerten die erzielten Ergebnisse.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	empfohlen: Lineare Algebra Vorteilhaft ist das Modul Lineare und Kombinatorische Optimierung.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Übungsleistung Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Übungsleistung (0%) Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Ben-Tal, El Ghaoui, Nemirovski: Robust Optimization; Princeton University Press

1	**Modulbezeichnung** 65918	**Robust optimization II**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Robuste Optimierung 2 (2.0 SWS) Vorlesung: Robuste Optimierung 2 (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann Florian Rösel Martina Kuchlbauer	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	• In practice, provided data for mathematical optimization problems is often not fully known. Robust optimization aims at finding the best solution which is feasible for input data varying within certain tolerances. The lecture covers advanced methods of robust optimization in theory and modeling. In particular, robust network flows, robust integer optimization and robust approximation are included. Further, state-of-the-art concepts, e.g., "light robustness" or "adjustable robustness" will be discussed by means of real-world applications.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • will be able to identify complex optimization problems under uncertainties as well as suitably model and analyze the corresponding robust optimization problem with the help of advanced techniques of robust optimization, • learn the handling of appropriate solving techniques and how to analyze the corresponding results.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Recommended: Robust Optimization I
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch

16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes, will be published on StudOn at the beginning of the semester.

1	**Modulbezeichnung** 65923	**Optimization in industry and economy**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	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. Frauke Liers-Bergmann
5	**Inhalt**	This course focuses on modeling and solving real-world optimization problems occurring in industry and economics. Advantages and disadvantages of different modeling techniques will be outlined. In order to achieve efficient solution approaches, different reformulations and their numerical results will be discussed. Students will learn how to present optimization results properly as well as how to interpret and evaluate these results for practical applications. The latter may include but is not limited to the optimization of transport networks (gas, water, energy), air traffic management and mathematical modeling/optimization of market mechanisms in the energy sector.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students • model complex real-world optimization problems with respect to efficient • solvability, • classify the models and use appropriate solution strategies, • evaluate the achieved computational results.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Recommended: Modul LKOpt: Linear and combinatorial optimization
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h

14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture notes (will be published on StudOn at the beginning of the semester) • Up-to-date research literature (will be published on StudOn at the beginning of the semester)

1	**Modulbezeichnung** 65990	**Operations Research 1** Operations research I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dieter Weninger
5	**Inhalt**	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zum Vorlesungsumfang gehört auch das Simplexverfahren für lineare Programme und das Studium algorithmischer Grundprinzipien wie Sortieren, Greedy, Tiefen- und Breitensuche sowie Heuristiken.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik Pflichtkurse aus dem Bachelorprogramm
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003

		• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005

1	**Modulbezeichnung** 65991	**Operations Research 2** Operations research 2	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr. Dieter Weninger
5	**Inhalt**	Schwerpunkt dieser Vorlesung ist die Theorie und Lösung kombinatorischer und in diesem Kontext linearer Optimierungsprobleme. Wir behandeln klassische Probleme auf Graphen, wie das Kürzeste-Wege-Problem, das Aufspannende-Baum-Problem oder das Max-Flow-Min-Cut-Theorem. Zum Vorlesungsumfang gehört auch das Simplexverfahren für lineare Programme und das Studium algorithmischer Grundprinzipien wie Sortieren, Greedy, Tiefen- und Breitensuche sowie Heuristiken.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • erkennen und analysieren selbstständig kombinatorische Optimierungsprobleme; • erläutern algorithmische Grundprinzipien und wenden diese zielorientiert an; • klassifizieren komplexe Verfahren des Lerngebietes; • sammeln und bewerten relevante Informationen und stellen Zusammenhänge her
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Mathematik Pflichtkurse aus dem Bachelorprogramm
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (60 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Vorlesungsskript zu diesem Modul • Schrijver: Combinatorial Optimization Vol. A C; Springer, 2003

		• Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization; Springer, 2005

1	**Modulbezeichnung** 86781	**Klima- und Ressourcenökonomik** Climate and resource economics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Klima- und Ressourcenökonomik (2.0 SWS) Übung: Klima- und Ressourcenökonomik - Übung	3 ECTS -
3	Lehrende		

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Mario Liebensteiner
5	**Inhalt**	Dieses Modul bietet eine Einführung in die wichtigsten Aspekte der Klima- und Ressourcenökonomik. Der Kurs setzt auf mikroökonomische Grundlagen, um zentrale Themen rund um Klimapolitik, Treibhausgasemissionen bzw. erneuerbare und fossile Ressourcen zu behandeln. Der Kurs ist weitgehend theoretisch normativ (was wäre optimal?) aufgebaut, bietet aber auch einen positiv empirischen Überblick (was ist der Status quo?). Ein Verständnis für die wichtigsten Aspekte der Klima- und Ressourcenökonomik ist beispielsweise von zentraler Bedeutung für die Analyse und Weiterentwicklung von klimapolitischen Maßnahmen. Wichtige Kurselemente betreffen z.B. Emissions-Vermeidungs-kostenkurven, Emissionen als negative Externalität, Bepreisung von Emissionen (Pigou Tax), Allokation von Emissionszertifikaten (Coase Theorem), politische Unsicherheit (Weitzman Theorem), Konzept der Nachhaltigkeit, Wachstumsmodelle mit und ohne erneuerbaren Ressourcen (Hotelling Rule, Green Paradox).
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden • können die wichtigsten Probleme der Klima- und Ressourcenökonomik benennen und analysieren. • verstehen die Vor- und Nachteile von verschiedenen klimapolitischen Maßnahmen. • verstehen die Besonderheiten von Emissionsvermeidung (Kosten, Nutzen, individuelle Kostenkurven, etc.) und deren Einfluss auf politische Entscheidungen. • Verstehen wie sich Ressourcenpreise und Abbaupfade auf Energiemärkten abbilden lassen und welche Implikationen diese für die Umweltpolitik haben. • erkennen Probleme, die auf den ersten Blick nicht offensichtlich sind (z.B. das grüne Paradoxon; adverse Effekte direkter staatlicher Markteingriffe, z.B. in der Form von garantierten Einspeisetarifen für erneuerbare Energien; etc.).
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundkenntnisse in Mikroökonomik
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 4
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 45 h Eigenstudium: 105 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Perman, Ma, McGilvray, Common. Natural Resource and Environmental Economics. 3. Ed. Pearson Education, Cambridge. (jede Edition ist verwendbar).

1	**Modulbezeichnung** 55261	**Aktuelle Fragen aus FACT II** Current issues in FACT II	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Seminar: AVS (2.0 SWS, SoSe 2024)	5 ECTS
3	Lehrende	Janina Becker Andreas Kress	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Thomas Fischer Prof. Dr. Nadine Gatzert Prof. Dr. Frank Hechtner Prof. Dr. Klaus Henselmann Prof. Dr. Jochen Hoffmann Prof. Dr. Roland Ismer Prof. Dr. Devrimi Kaya Prof. Dr. Marvin Nipper Prof. Dr. Hendrik Scholz
5	**Inhalt**	Inhalte der Veranstaltung sind ausgewählte Themen aus dem Bereich Finance, Auditing, Controlling und Taxation. Hierzu gehören insbesondere aktuelle, nicht regelmäßig angebotene Veranstaltungen durch Honorarprofessoren, Lehrbeauftragte oder sonstige Gastreferentinnen bzw. -referenten. Die aktuellen Lehrveranstaltungen sind online hier zu entnehmen: Master FACT - Master FACT (fau.de) Alternativ können Vorlesungen und Seminare zu Themen aus dem Bereich FACT belegt werden, die nicht in vergleichbarer Form im Master-Studiengang FACT angeboten werden. Diese Module können an FAU-Fachbereichen und -Fakultäten oder an ausländischen Universitäten belegt werden. Die Lehrveranstaltungen müssen einen Bezug zu Inhalten mit folgenden Schwerpunkten aufweisen: • Finanzierung und Banken, Versicherungswirtschaft und Risikomanagement, • Rechnungswesen und Prüfungswesen, Wirtschaftsprivatrecht • Controlling • Steuerlehre, Steuerrecht
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verfügen in diesen Bereichen über umfassendes, detailliertes und spezialisiertes Wissen auf dem neuesten Erkenntnisstand einschließlich der praktischen Anwendung sowie eines kritischen Verständnisses der Theorien und Methoden. Die Studierenden können dieses Wissen kombinieren und zur umfassenden Beurteilung von konkreten Situationen aus der Praxis anwenden. Dazu gehört es auch, die erforderlichen Informationen zu beschaffen, Analysemodelle zu entwickeln, erforderliche Auswertungen auszuwählen, Vergleiche vorzunehmen, das Gesamtergebnis zu begründen und verteidigen sowie die Belastbarkeit der Ergebnisse zu hinterfragen. Bei Auslandsaufenthalt:

		Die Studierenden • untersuchen Fragestellungen aus den Bereichen Finance, Auditing, Controlling, Taxation, • erwerben dabei die in den Lernzielen des jeweiligen ausländischen Moduls angestrebten Fach-, Methoden-, Selbst- und Sozialkompetenzen, • entwickeln interkulturelle Kompetenzen durch die Zusammenarbeit mit Menschen aus anderen Kulturen, • können ihr Wissen aus dem Bereich FACT in klarer und eindeutiger Weise in einer Fremdsprache vermitteln
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine; bitte beachten Sie aber ggf. die individuellen Vorgaben der einzelnen Lehrstühle zu ihren Veranstaltungen. Bei Auslandsaufenthalt: Learning Agreement mit einem Lehrstuhl des FACT-Instituts
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (60 Minuten) schriftlich oder mündlich (60 Minuten) Belegung von zwei Veranstaltungen zu je 2,5 ECTS oder einer Veranstaltung zu 5 ECTS: Studien-/Prüfungsleistung abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltung durch die Studierenden, ggf. auch Kombination möglich. Es handelt sich um eine einheitliche Prüfung, bei der die einzelnen Teilleistungen untrennbar miteinander verbunden sind. Für das Bestehen des Moduls müssen nach § 19 Abs. 1 Satz 4 MPOWIWI (in der jeweils geltenden Fassung) alle Teilleistungen in demselben Semester bestanden werden. Wegen des untrennbaren Bezugs der Teilleistungen aufeinander ist abweichend von § 25 Abs. 1 Satz 2 MPOWIWI eine Wiederholung nur einer der nicht bestandenen Teilleistungen nicht möglich. Das Nichtbestehen einer der Teilleistungen erfordert die Wiederholung der gesamten Prüfung. Bei Auslandsaufenthalt: Studien-/Prüfungsleistung abhängig von den Vorgaben der ausländischen Hochschule
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (50%) schriftlich oder mündlich (50%) Belegung von zwei Veranstaltungen zu je 2,5 ECTS oder einer Veranstaltung zu 5 ECTS: Berechnung der Modulnote in Abhängigkeit der durch die Studierenden gewählten Lehrveranstaltung Bei Auslandsaufenthalt:

		Variabel (100%) Berechnung der Modulnote nach einem Äquivalenzschlüssel unter der Gewichtung der im Ausland erbrachten ECTS-Volumina je absolvierter Lehrveranstaltung
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 oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	Wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben

1	**Modulbezeichnung** 54011	**Principles of marketing I**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Martina Steul-Fischer
5	**Inhalt**	Es werden die unterschiedlichen theoretischen Ansätze in der Marketingforschung vorgestellt. Inhaltliche Schwerpunkte sind u. a. wissenschaftstheoretische Grundlagen und Theorien zum Konsumentenverhalten.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden können wissenschaftliche Grundlagen sowie spezialisiertes und vertieftes Fachwissen zu den theoretischen Ansätzen und Modellen der Marketingforschung unterscheiden, erläutern und anwenden. Im Besonderen können die Studierenden in kritischer Weise Theorien, Terminologien, Besonderheiten, Grenzen und Lehrmeinungen der Marketingforschung erläutern und reflektieren. Weiterhin können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher Probleme entwickelt werden, um spezifische Problemstellungen im Marketing zu bearbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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: 120 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Kotler, P., Armstrong, G., Harris, L., C., Piercy, N. J. (2022): Grundlagen des Marketing, 8. Aufl., Hallbergmoos. Kroeber-Riel, W., Gröppel-Klein, A. (2019): Konsumentenverhalten, 11. Aufl., München.

		Kuß, A. (2013): Marketing-Theorie Eine Einführung, 3. Aufl., Wiesbaden.

1	**Modulbezeichnung** 53287	**Economics of climate change (ECC)**	**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. Jonas Egerer Prof. Dr. Veronika Grimm
5	**Inhalt**	This course focuses on the interactions between society, the economy and climate change: one of the greatest challenges of our time. The course will discuss the origin of environmental challenges, technological options for their solution and policies to promote the transformation to a climate neutral economy and society. The following issues will be covered: • Welfare economics and the environment • Externalities and origins of the sustainability problem • Climate change and the greenhouse gas effect • Global climate scenarios • Economics of low-carbon technologies • Global and regional low carbon scenarios • Measures of climate resilience • Pollution control: Targets and policy instruments • International Cooperation: Kyoto Protocol and Paris Agreement • Applications of Climate Policy: EU-ETS and national CO2-tax • Case studies for the energy, heat and mobility sector
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Students who participate in this course will become familiar with the physical science basis of climate change, economic concepts for the allocation of public goods, scenarios for low-carbon energy systems from an technological and an economic perspective, and policy instruments to reduce greenhouse gas emissions. Students who successfully participate in this module can: • Explain the physical basics of climate change • Understand economic concepts for public goods • Compare different low-carbon technologies • Describe pathways towards sustainable energy systems • Develop an understanding of climate resilience • Discuss different policy instruments • Understand the EU-ETS and national carbon taxes • Develop sector specific scenarios in case studies
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. economics and mathematics.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich Klausur (60 Minuten) Discussion paper
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (50%) Klausur (50%)
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**	Natural Resource and Environmental Economics. Roger Perman et al. Addison Wesley.

1	**Modulbezeichnung** 52341	**Angewandte Methoden: Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie** Applied methods: Methods in business and organizational psychology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie (3.0 SWS) Seminar: Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie: Beobachtungsverfahren & Interaktionsanalyse Sonstige Lehrveranstaltung: Versuchspersonenstunde zu Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie (0.5 SWS) Bei der Versuchspersonenstunde besteht Anwesenheitspflicht.	- - -
3	Lehrende	George Gunnesch-Luca Prof. Dr. Lisa Handke Prof. Dr. Klaus Moser	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Lisa Handke Prof. Dr. Klaus Moser
5	**Inhalt**	a. Vertiefung einer oder mehrerer ausgewählter Methoden der Wirtschafts- und Organisationspsychologie unter besonderer Berücksichtigung fachspezifischer Anwendungen und Probleme (z.B. moderierte Regression, Meta-Analyse, Beobachtungsverfahren). b. Die Inhalte werden durch verschiedene Lehrmethoden, wie etwa Dozentin bzw. Dozent-/ Studierendenvorträge, Übungen am PC etc. vermittelt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden verstehen die Forschungsmethoden anwendungsbezogener Fachartikel und können diese bewerten und kritisch hinterfragen. Sie sind in der Lage, selbständig anspruchsvolle Untersuchungen zu planen, durchzuführen und auszuwerten. Sie können sich zudem eigenständig in weitere Analyseverfahren einarbeiten.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Empfohlen: Grundkenntnisse sozialwissenschaftlicher Erhebungs- und Auswertungsmethoden; Präsentationstechniken, Grundlagen des wissenschaftlichen Arbeitens, Bereitschaft zur Lektüre umfangreicher und anspruchsvoller (meistens englischsprachiger) Texte; Englischkenntnisse mindestens auf Niveau UNICERT II.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wirtschaftswissenschaftlicher Bereich Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich

		Studien- und Prüfungsleistung (z.B. Klausur, Hausarbeit) können sich zwischen den Seminaren des Moduls unterscheiden. Bitte beachten Sie die Hinweise der jeweiligen Dozierenden.
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich (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**	
16	**Literaturhinweise**	Wird bekannt gegeben

1.+ 2. Wahlpflichtmodul

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** Power electronics for decentralized energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Raffael Schwanninger 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung • "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 96360	**Planung elektrischer Energieversorgungsnetze** Planning of power grids	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zur Vorlesung • Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016

1	**Modulbezeichnung** 96480	**Thermische Kraftwerke** Thermal power plants	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermische Kraftwerke (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Thermische Kraftwerke (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Timon Conrad Prof. Dr. Johann Jäger	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 4.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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

1	**Modulbezeichnung** 96511	**Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme** Operating materials and components for electrical energy supply systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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 (2.0 SWS) Vorlesung: Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Ilya Burlakin Dr.-Ing. Gert Mehlmann 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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 (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2.0 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 96570	**Elektrische Maschinen I** Electrical machines I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** Control engineering B (State-space methods)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Das Modul 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 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**	Empfohlene Vorkenntnisse: Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 7 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994

		• H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

Wahlpflichtmodul 1

1	**Modulbezeichnung** 96511	**Betriebsmittel und Komponenten elektrischer Energiesysteme** Operating materials and components for electrical energy supply systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96072	**Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS** Power electronics in three-phase AC networks: HVDC transmission and FACTS	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96230	**Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung** High-power converters in electrical power	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009

1	**Modulbezeichnung** 96240	**Hochspannungstechnik** High-voltage engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther
5	**Inhalt**	Es wird ein Einblick in die physikalischen und technischen Grundlagen der Hochspannungstechnik vermittelt. Die Spannungsbelastung der Betriebsmittel und daraus entstehende elektrische Beanspruchung der Isolierstoffe soll qualitativ bewertet und quantitativ ermittelt werden können. Hierzu werden die physikalischen Vorgänge beim Durchschlag in gasförmigen, flüssigen und festen Isolierstoffen näher betrachtet. Im Rahmen der Isolationskoordination in elektrischen Netzen wird der Schutz vor Überspannungen in Form von Wanderwellen durch Blitzeinschläge und Schaltvorgänge anhand von Überspannungsableitern betrachtet. Bei Schaltvorgängen werden die physikalischen Grundlagen der Lichtbogenlöschung und Spannungsfestigkeit abhängig von den Schaltgerätetypen vermittelt.
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 • verstehen transiente Überspannungen, Wanderwellenvorgänge und die Auslegung von Überspannungsableitern • erlernen die Grundlagen von Schaltgeräten, deren unterschiedliche Typen und Löschmedien, die Vorgänge bei der Lichtbogenlöschung und transienten Wiederkehrspannung
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	• Grundlagen der Elektrotechnik • Grundlagen der Elektrischen Energieversorgung

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skript zur Vorlesung • 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 • Crastan, Valentin: Elektrische Energieversorgung 1, 4. Auflage, Springer Vieweg, 2015

Wahlpflichtmodul 2

1	**Modulbezeichnung** 96521	**Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme** Operating performance of electrical energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung zu Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2.0 SWS) Vorlesung: Betriebsverhalten elektrischer Energiesysteme (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Ilya Burlakin Dr.-Ing. Gert Mehlmann 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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

Wahlpflichtmodul 3

1	**Modulbezeichnung** 96360	**Planung elektrischer Energieversorgungsnetze** Planning of power grids	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Skriptum zur Vorlesung • Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016

1	**Modulbezeichnung** 96420	**Schutz- und Leittechnik** Protection and control technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Schutz- und Leittechnik (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Schutz- und Leittechnik (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Tobias Lorz Prof. Dr. Johann Jäger	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt.

1	**Modulbezeichnung** 96550	**Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen** Electrical energy supply with renewables	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96550	**Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen** Electrical energy supply with renewables	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

Wahlpflichtmodul 5

1	**Modulbezeichnung** 96540	**Elektrische Antriebstechnik I** Electrical drives I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Elektrische Antriebstechnik I (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Elektrische Antriebstechnik I (2.0 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 96370	**Pulsumrichter für elektrische Antriebe** Pulse-controlled converters for electrical drives	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2.0 SWS) Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Alexander Pfannschmidt 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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

Wahlpflichtmodul 6

1	**Modulbezeichnung** 96570	**Elektrische Maschinen I** Electrical machines I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 96040	**Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen** Analysis and design of electrical machines	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2.0 SWS) Vorlesung: Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn Zidan Zhao	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	Vorlesungsskript

1	**Modulbezeichnung** 96130	**Elektrische Kleinmaschinen** Small electrical machines	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich 90 minütige schrifltiche Prüfung. 90 minutes enduring written exam.
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 (2.0 SWS) Vorlesung: Elektrische Maschinen II (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	Vorlesungsskript

Wahlpflichtmodul 7

1	**Modulbezeichnung** 97060	**Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)** Control engineering B (State-space methods)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen
5	**Inhalt**	Das Modul 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 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**	Empfohlene Vorkenntnisse: Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 7 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%) Die Summe der in den Online-Tests erzielten Punktzahl wird zu max. 10% auf die Klausurpunktzahl angerechnet. Hiermit ist eine Verbesserung der Klausurbewertung um bis zu 0,7 Notenpunkte möglich. Die Anrechnung erfolgt nur, wenn Sie die Prüfung an sich mit der Mindestnote 4,0 bestanden haben. Der Bonus kann nur einmal im Prüfungszeitraum der Vorlesung angerechnet werden, entweder zum Haupttermin nach Vorlesungsende oder zum Nachholtermin im Folgesemester, wenn der Haupttermin nicht wahrgenommen wurde.
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987 • O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994

		• H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004 • T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980 • G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995 • D.G. Luenberger. Introduction to Dynamic Systems, John Wiley & Sons, 1979 • J. Lunze. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, Springer, 2020 • J. Lunze. Regelungstechnik 2, 10. Auflage, Springer, 2020 • L. Padulo, M.A. Arbib. System Theory, W.B. Saunders Company, 1974 • W.J. Rugh. Linear System Theory 2, Prentice Hall, 1996

1	**Modulbezeichnung** 97360	**Digitale Regelung** Digital control	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Digitale Regelung (4.0 SWS)	5 ECTS
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 Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird: • Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT) • Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 7 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

Wahlpflichtmodul 8

1	**Modulbezeichnung** 42919	**Power electronics for decentral energy systems** Power electronics for decentralized energy systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS) Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr. Martin März Raffael Schwanninger 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Variabel (90 Minuten) Klausur, 90 min bzw. mündlich, 30min
11	**Berechnung der Modulnote**	Variabel (100%) 100%
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch Englisch
16	**Literaturhinweise**	• Lecture Notes • "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks" • Skript zur Vorlesung • "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"

1	**Modulbezeichnung** 92523	**Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)** Semiconductor technology III - Power semiconductor components (HL III)	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	PD Dr. 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**	Vertiefungsmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0 • Halbleiter-Leistungsbauelemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9 • Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5 • Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5 • Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0 • Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3 • V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999

1	**Modulbezeichnung** 96680	**Thermisches Management in der Leistungselektronik** Thermal management in power electronics	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Thermisches Management in der Leistungselektronik (2.0 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 8 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester

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

Wahlpflichtmodul 4.2

1	**Modulbezeichnung** 96480	**Thermische Kraftwerke** Thermal power plants	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Thermische Kraftwerke (2.0 SWS) Übung: Übungen zu Thermische Kraftwerke (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Timon Conrad Prof. Dr. Johann Jäger	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 4.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212

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

1.+ 2. Wahlpflichtmodul

1	**Modulbezeichnung** 93170	**Systemnahe Programmierung in C** Machine-oriented programming in C	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Systemnahe Programmierung in C (2.0 SWS)	2,5 ECTS
		Übung: SPiC - R07 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R04 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R05 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R12 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R01 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R11 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R03 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R02 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R09 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R10 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R06 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - R08 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T07 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T06 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T03 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T08 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T11 (nicht belegt) (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T02 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T01 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T05 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T12 (nicht belegt) (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T09 (nicht belegt) (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T04 (2.0 SWS)	-
		Übung: SPiC - T10 (nicht belegt) (2.0 SWS)	-
3	Lehrende	Dr.-Ing. Volkmar Sieh Arne Vogel Maxim Ritter von Onciul	

4	**Modulverantwortliche/r**	Dr.-Ing. Volkmar Sieh
5	**Inhalt**	• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung • Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik) • Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-µC) (Abbildung Speicher <> Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (| interrupts|) und Nebenläufigkeit)

		• Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme) • Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben: • erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor. • bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie. • nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform. • beschreiben die Funktionsweise von Zeigern. • beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C • verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff. • entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung. • entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplatform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen. • erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C. • beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode. • reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung. • erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen. • verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte. • erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um. • beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap). • erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems. • verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek. • unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände. • verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek.

		• erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem. • erläutern Koordnierungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex). • verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Grundlegende Kenntnisse der Programmierung (unabhängig von der Programmiersprache)
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link • Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.

1	**Modulbezeichnung** 92510	**Digitaltechnik** Digital technology	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43405	**Introduction to Deep Learning** Introduction to deep learning	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	
5	**Inhalt**	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**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium: 45 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
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** 48440	**Machine Learning in Signal Processing** Machine learning in signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	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** 95067	**Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools** Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (4.0 SWS)	5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier Prof. Dr. Nico Hanenkamp	

4	**Modulverantwortliche/r**	Thomas Altstidl Prof. Dr. Björn Eskofier
5	**Inhalt**	This is an introductary course presenting fundamental algorithms of machine learning (ML) that are typically applied to data science problems. Knowledge is deepened by two practical exercises to gain hands-on experience. The course covers • Introduction to Python programming in the field of data science • Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction) • Theoretical understanding of widely used machine learning methods (such as linear and logistic regression, support vector machines (SVM), principal component analysis (PCA) and deep neural networks (DNN)) • Practical application of these machine learning methods on engineering problems
6	**Lernziele und Kompetenzen**	After successfully participating in this course, students should be able to • independently recognize the task domain at hand for new applications • select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties • apply the chosen methodology to the given problem using Python
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur Electronic exam (online), 90min

11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	in jedem Semester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 0 h Eigenstudium: 150 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012 2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009 3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016

1	**Modulbezeichnung** 43141	**Mobile Communications** Mobile communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1.0 SWS) Vorlesung: Mobile Communications (3.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Bastian Eisele Hans Rosenberger	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 43940	**Echtzeitsysteme** Real-time computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: RÜ_EZS (2.0 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Eva Dengler Peter Wägemann	

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

- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.
- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).
- nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).

		• erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing. • ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit). • beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz). • konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.

		• implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 8.0 Informatik für Ingenieure I Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.

1	**Modulbezeichnung** 92290	**Kommunikationsnetze** Communication networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 92730	**Kommunikationselektronik** Communications electronics 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationselektronik (2.0 SWS) Übung: Übung zu Kommunikationselektronik (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Robert Sebastian Klob	

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

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

		the individual signal processing steps work as well as the signals themselves. 2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3.The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 93510	**Digitale Übertragung** Digital communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1.0 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3.0 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. Das Modul 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 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wahlpflichtmodul 1.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93601	**Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung** Information theory and coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Informationstheorie und Codierung - Übungen (1.0 SWS) Vorlesung: Informationstheorie und Codierung (3.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Kenneth Mayer 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 1.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 96180	**Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten** Design and characterisation of high speed digital circuits	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (2.0 SWS) Übung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten Übung (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96260	**Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96430	**Statistical Signal Processing** Statistical signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96500	**Analoge elektronische Systeme** Analogue electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96801	**Kommunikationsstrukturen** Communication structures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

		2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96875	**Ausgewählte Kapitel der Audiodatenreduktion** Advanced topics in perceptual audio coding	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 96885	**Auditory Models** Auditory models	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Auditory Models (2.0 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

1	**Modulbezeichnung** 97080	**Informatik für Ingenieure I** Computer science for engineers I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Tobias Baumeister
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltungen werden ausgewählte Inhalte aus der Informatik für herangehende Ingenieure gelehrt. Hierbei wird Wert auf Pragmatik gelegt, d.h. die vermittelten Inhalte sollen möglichst praktischer Natur sein, die im späteren Berufsleben oder in einer wissenschaftlichen Karriere in Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurswesen, o.Ä. angewandt werden können. **Kapitel des Moduls** • Rechnerarchitektur • Betriebssysteme • Rechnerkommunikation • Datenbanken • Künstliche Intelligenz • Programmierung/Softwareentwicklung (Python) Dieses Modul ist kein reines Programmiermodul! Auch wenn Programmierung (zum Teil) behandelt wird, soll nicht die Erwartung bestehen, dass man am Ende die Veranstaltung als Fullstack Senior Software Developer verlässt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... • bewerten verschiedene Möglichkeiten der Informationsdarstellung • kennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computers • analysieren einfache logische Schaltungen • charakterisieren die im Modul vorgestellten Konzepte von Betriebssystemen • differenzieren die im Modul vorgestellten Konzepte Programmierparadigmen • unterscheiden die im Modul vorgestellten Konzepte Datenstrukturen und Suchalgorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte Strategien zum Entwurf effizienter Algorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte relationaler Datenbanken • stellen einfache SQL-Anfragen • erklären Referenzmodelle für verteilte und Kommunikationssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 8.0 Informatik für Ingenieure I Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

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

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

		Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze; • kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement; • verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse; • beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und • entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	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** 43911	**Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen** Modelling and simulation of circuits and systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Ohne Simulation ist weder der Entwurf (mikro-)elektronischer Bauteile und Schaltungen denkbar, noch der von technischen Systemen, die solche Schaltungen und zusätzlich z.B. mechanische Komponenten enthalten. In Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden zu entwerfende Systeme daher auf verschiedenen Abstraktionsebenen simuliert. Dazu müssen sie geeignet modelliert sein, so daß die Simulation mittels numerischer Algorithmen rasch und genau erfolgen kann. Gliederung Die Vorlesung umfaßt Modellierungsansätze und Simulationsalgorithmen für elektronische Bauteile, hochfrequenztechnische Anordnungen, analoge elektrische Schaltkreise, digitale und gemischt analog-digitale Schaltungen sowie Systeme gemischter, also nicht rein elektrischer Natur. In der Übung werden wesentliche Algorithmen mit Matlab implementiert, wobei z.B. ein einfacher Schaltkreissimulator entsteht. 1 Einführung Begriffe und Definitionen, Modellierungsansätze, Modell- und Theoriebildung in der Naturwissenschaft, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, Nutzung physikalischer Prinzipien und Theorien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation, Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik 2 Beschreibung räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Begriffe, mathematische Hilfsmittel: Operationen und Rechenregeln, Entstehung feldtheoretischer Begriffe und Darstellungen, Voraussagen der elektromagnetischen Feldtheorie und deren technische Anwendungen, Modellierung der Wechselwirkung elektromagnetischer Felder mit einfacher Materie, Darstellung im Frequenzbereich, Formulierung mathematischer Probleme in elektromagnetischen Größen zur Behandlung technischer Aufgabenstellungen 3 Simulation räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Diskretisierung, Übersetzung der Operatoren und mathematischen Probleme auf räumliches Gitter, alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden, resultierende numerische Aufgabenstellungen, Formulieren von Randbedingungen 4 Simulation elektrischer Schaltkreise aus konzentrierten Bauelementen

		Übergang auf Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen, Signaldarstellung durch Spannungen und Ströme, Knotenanalyse und modifizierte (erweiterte) Knotenanalyse, Zweigströme und Bauteilgleichungen, Problemformulierung als lineares Gleichungssystem, Einbeziehung nichtlinearer Bauelemente und Reaktanzen, Algorithmen zur numerischen Simulation elektrischer Schaltkreise, Schaltkreis-Simulationsprogramme: Schaltungsdarstellung und Analysearten 5 Simulation wert- und zeitdiskreter Systeme Übergang auf Signaldarstellung durch diskrete Werte, Abstraktionsebenen: Gatter-, Register-Transfer- und Algorithmenebene, Simulationsprogramme: Kategorien und Anforderungen, Klassifikation von Simulatoren hinsichtlich der Zeitverwaltung, Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten, prinzipieller Simulationsalgorithmus 6 Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme Begriff, Notwendigkeit, Entstehungsgeschichte und Anwendungsspektrum, aktuelle Hardware-Beschreibungssprachen, enthaltene Konzepte für Modellierung und Simulation am Beispiel VHDL: Strukturmodellierung, nebenläufige und sequentielle Verhaltensmodellierung, unterstützte Zeitverhaltensmodelle, Beispiele 7 Hardware-Beschreibung gemischt analog-digitaler Systeme und verschiedener analoger Naturen Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, ...), Fluß- und Potentialgrößen, Simulationstechnik für gemischt analog-digitale Systeme, Entstehungsgeschichte entsprechender Simulatoren und Hardware-Beschreibungssprachen, unterstützte Abstraktionsebenen und Konzepte am Beispiel VHDL-AMS, Schnittstellenbeschreibung analoger Modelle, konservative und Signalflußmodellierung, Attribute und implizite Größen, Modellbeschreibung durch algebraische bzw. gewöhnlicher DGL, Modellbeispiele: FET, Inverter, A/D-Umsetzer, Gleichstrommotor
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Fachkompetenz Wissen • physikalische Prinzipien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation nennen • alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden zur simulativen Behandlung feldtheoretischer Probleme darstellen • Anforderungen an Simulationsprogramme für wert- und zeitdiskrete Systeme angeben Verstehen • Netzlistendarstellung elektrischer Schaltungen kennen und interpretieren, die wesentlichen Algorithmen der elektrischen Schaltkreissimulation verstehen und Analysearten der Schaltkreissimulation erläutern • wesentliche Konzepte von Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme erläutern

- Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen verstehen und beschreiben

Anwenden

- bei raumverteilten Systemen Differentialoperationen in diskretisierte Darstellung übersetzen, Gleichungssystem bzw. Eigenwertproblem formulieren und in Datenstrukturen (Systemmatrix) übertragen
- auf elektrische Schaltkreise bzw. Netzwerke aus konzentrierten Elementen die modifizierte Knotenanalyse anwenden, Gleichungssystem aufstellen sowie in Datenstrukturen (Systemmatrix , Absolutvektor) übertragen

Analysieren

- die für technische Fragestellungen gebräuchlichen Modellierungsansätze unterscheiden
- die verschiedenen Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik untereinander abgrenzen hinsichtlich Anwendungsbereich, zugrundeliegender Annahmen, beschriebener Objekte, mathematischer Systembeschreibung und relevanter Darstellungsgrößen
- Simulationsprogramme hinsichtlich der Zeitverwaltung klassifizieren
- Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten zeitdiskreter Systeme unterscheiden
- bei Hardware-Beschreibungssprachen zwischen Strukturmodellierung, nebenläufiger und sequentieller Verhaltensmodellierung unterscheiden

Evaluieren (Beurteilen)

- elektrotechnische Fragestellungen in Bezug auf Modellierung und Simulation hinsichtlich der Abstraktionsebene einstufen
- Simulationswerkzeuge hinsichtlich der Eignung für eine gegebene Aufgabenstellung bewerten
- für eine gegebene Aufgabenstellung die geeignete Modellierung und Simulationsunterstützung wählen

Erschaffen

- einfaches Simulationsprogramm für potentialtheoretische Probleme erstellen
- elementaren Schaltkreissimulator entwickeln

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Programmiersprache, Datenstrukturkonzepte und wesentliche Operationen des Numerik-Werkzeugs Matlab exemplarisch für ähnliche Produkte erlernen
- in der Lage sein, sich das Arbeiten mit ähnlichen Werkzeugen und Programmiersprachen selbständig zu erschließen
- numerische Simulationsalgorithmen mit speziell dafür geeigneten Werkzeugen wie Matlab, Scilab oder Octave umsetzen

		• Simulationswerkzeuge in der Ingenieurtätigkeit souverän und mit Überlegung einsetzen Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: • naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen • Möglichkeiten und Grenzen kommerzieller Simulationswerkzeuge auf verschiedenen Abstraktionsebenen beurteilen und sich deren effiziente Nutzung selbst aneignen • Modelle hinsichtlich Plausibilität, Falsifizierbarkeit und Gültigkeitsgrenzen hinterfragen sowie auf Simulationergebnissen beruhenden Aussagen kritisch begegnen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Programme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln • dabei auf Vorkenntnisse anderer zugreifen und aufbauen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodul 1.1

1	**Modulbezeichnung** 93601	**Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung** Information theory and coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Informationstheorie und Codierung - Übungen (1.0 SWS) Vorlesung: Informationstheorie und Codierung (3.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Kenneth Mayer 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 1.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 96270	**Kanalcodierung** Channel coding	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4.0 SWS)	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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten) Die Prüfung ist eine 90-minütige schriftliche Klausur. 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. --- The examination is a 90-minute written test. 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** 687141	**Multiuser Information and Communications Theory** Multiuser information and communications theory	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich The examination is a 30-minute oral exam.
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.

Wahlpflichtmodul 1.2

1	**Modulbezeichnung** 93510	**Digitale Übertragung** Digital communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1.0 SWS) Vorlesung: Digitale Übertragung (3.0 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. Das Modul 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 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Wahlpflichtmodul 1.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96300	**MIMO Communication Systems** MIMO communication systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: MIMO Communication Systems (3.0 SWS) Übung: MIMO Communication Systems - Tutorial (1.0 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: 2

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 1.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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**	

Wahlpflichtmodul 2.1

1	**Modulbezeichnung** 92290	**Kommunikationsnetze** Communication networks	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96310	**Image and Video Compression** Image and video compression	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Image and Video Compression (IVC) Übung: Übung zu Image and Video Compression	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup Anna Meyer	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 2.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Englisch
16	**Literaturhinweise**	J.-R. Ohm, Multimedia Communications Technology", Berlin: Springer-Verlag, 2004

Wahlpflichtmodul 2.2

1	**Modulbezeichnung** 96430	**Statistical Signal Processing** Statistical signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 2.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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** 96460	**Speech and Audio Signal Processing** Speech and audio signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212

		Vertiefungsmodul 2.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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

Wahlpflichtmodul 3.1

1	**Modulbezeichnung** 96500	**Analoge elektronische Systeme** Analogue electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. 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: 1

9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96010	**Architekturen der digitalen Signalverarbeitung** Architectures for digital signal processing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übungen zu Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2.0 SWS) Vorlesung: Architekturen der Digitalen Signalverarbeitung (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Sebastian Peters Timo Maiwald	

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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

Wahlpflichtmodul 3.2

1	**Modulbezeichnung** 96260	**Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen**	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 3.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester

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

1	**Modulbezeichnung** 96090	**Digitale elektronische Systeme** Digital electronic systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3.0 SWS) Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel Angelika Thalmayer 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 3.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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**	

Wahlpflichtmodul 4

1	**Modulbezeichnung** 43141	**Mobile Communications** Mobile communications	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Mobile Communications - Tutorial (1.0 SWS) Vorlesung: Mobile Communications (3.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller Bastian Eisele Hans Rosenberger	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 43400	**Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung** Equalisation and adaptive systems for digital communications	**2,5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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** 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 (2.0 SWS)	2,5 ECTS
3	Lehrende	apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker	

4	**Modulverantwortliche/r**	apl. 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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 4 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
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

Wahlpflichtmodul 5

1	**Modulbezeichnung** 92730	**Kommunikationselektronik** Communications electronics 1	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Kommunikationselektronik (2.0 SWS) Übung: Übung zu Kommunikationselektronik (2.0 SWS)	5 ECTS -
3	Lehrende	Dr.-Ing. Jörg Robert Sebastian Klob	

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

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

		the individual signal processing steps work as well as the signals themselves. 2. The students analyze the performance of the analog components of an SDR system and are able to apply procedures for optimizing these components independently. 3.The students analyse the digital processing steps of selected modulation types and are able to create the digital signal processing of an SDR transmitter and receiver themselves.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973

1	**Modulbezeichnung** 96801	**Kommunikationsstrukturen** Communication structures	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

		2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen. 3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 43460	**Satellitenkommunikation** Satellite communication	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: Übung Satellitenkommunikation (2.0 SWS) Vorlesung: Satellitenkommunikation (2.0 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: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Vertiefungsmodul 5 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
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 Englisch
16	**Literaturhinweise**	Skriptum zur Lehrveranstaltung

Wahlpflichtmodul 6

1	**Modulbezeichnung** 96180	**Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten** Design and characterisation of high speed digital circuits	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten (2.0 SWS) Übung: Entwurf und Analyse von Schaltungen für hohe Datenraten Übung (2.0 SWS)	- 5 ECTS
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich Dr.-Ing. Gerald Gold	

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: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

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

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

		Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze; • kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement; • verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse; • beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und • entwickeln somit im Laufe der Vorlesung ein Verständnis für die komplexen Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Teilen des Energieversorgungssystems, das eine aktive und informierte Teilnahme an laufenden energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Debatten ermöglicht.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	
16	**Literaturhinweise**	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** 43911	**Modellierung und Simulation von Schaltungen und Systemen** Modelling and simulation of circuits and systems	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!	
3	Lehrende	Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich
5	**Inhalt**	Motivation Ohne Simulation ist weder der Entwurf (mikro-)elektronischer Bauteile und Schaltungen denkbar, noch der von technischen Systemen, die solche Schaltungen und zusätzlich z.B. mechanische Komponenten enthalten. In Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik werden zu entwerfende Systeme daher auf verschiedenen Abstraktionsebenen simuliert. Dazu müssen sie geeignet modelliert sein, so daß die Simulation mittels numerischer Algorithmen rasch und genau erfolgen kann. Gliederung Die Vorlesung umfaßt Modellierungsansätze und Simulationsalgorithmen für elektronische Bauteile, hochfrequenztechnische Anordnungen, analoge elektrische Schaltkreise, digitale und gemischt analog-digitale Schaltungen sowie Systeme gemischter, also nicht rein elektrischer Natur. In der Übung werden wesentliche Algorithmen mit Matlab implementiert, wobei z.B. ein einfacher Schaltkreissimulator entsteht. 1 Einführung Begriffe und Definitionen, Modellierungsansätze, Modell- und Theoriebildung in der Naturwissenschaft, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, Nutzung physikalischer Prinzipien und Theorien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation, Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik 2 Beschreibung räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Begriffe, mathematische Hilfsmittel: Operationen und Rechenregeln, Entstehung feldtheoretischer Begriffe und Darstellungen, Voraussagen der elektromagnetischen Feldtheorie und deren technische Anwendungen, Modellierung der Wechselwirkung elektromagnetischer Felder mit einfacher Materie, Darstellung im Frequenzbereich, Formulierung mathematischer Probleme in elektromagnetischen Größen zur Behandlung technischer Aufgabenstellungen 3 Simulation räumlich verteilter Systeme am Beispiel elektromagnetischer Felder Diskretisierung, Übersetzung der Operatoren und mathematischen Probleme auf räumliches Gitter, alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden, resultierende numerische Aufgabenstellungen, Formulieren von Randbedingungen 4 Simulation elektrischer Schaltkreise aus konzentrierten Bauelementen

		Übergang auf Netzwerke aus konzentrierten Bauelementen, Signaldarstellung durch Spannungen und Ströme, Knotenanalyse und modifizierte (erweiterte) Knotenanalyse, Zweigströme und Bauteilgleichungen, Problemformulierung als lineares Gleichungssystem, Einbeziehung nichtlinearer Bauelemente und Reaktanzen, Algorithmen zur numerischen Simulation elektrischer Schaltkreise, Schaltkreis-Simulationsprogramme: Schaltungsdarstellung und Analysearten 5 Simulation wert- und zeitdiskreter Systeme Übergang auf Signaldarstellung durch diskrete Werte, Abstraktionsebenen: Gatter-, Register-Transfer- und Algorithmenebene, Simulationsprogramme: Kategorien und Anforderungen, Klassifikation von Simulatoren hinsichtlich der Zeitverwaltung, Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten, prinzipieller Simulationsalgorithmus 6 Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme Begriff, Notwendigkeit, Entstehungsgeschichte und Anwendungsspektrum, aktuelle Hardware-Beschreibungssprachen, enthaltene Konzepte für Modellierung und Simulation am Beispiel VHDL: Strukturmodellierung, nebenläufige und sequentielle Verhaltensmodellierung, unterstützte Zeitverhaltensmodelle, Beispiele 7 Hardware-Beschreibung gemischt analog-digitaler Systeme und verschiedener analoger Naturen Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen (elektrisch, mechanisch, hydraulisch, ...), Fluß- und Potentialgrößen, Simulationstechnik für gemischt analog-digitale Systeme, Entstehungsgeschichte entsprechender Simulatoren und Hardware-Beschreibungssprachen, unterstützte Abstraktionsebenen und Konzepte am Beispiel VHDL-AMS, Schnittstellenbeschreibung analoger Modelle, konservative und Signalflußmodellierung, Attribute und implizite Größen, Modellbeschreibung durch algebraische bzw. gewöhnlicher DGL, Modellbeispiele: FET, Inverter, A/D-Umsetzer, Gleichstrommotor
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen: Fachkompetenz Wissen • physikalische Prinzipien zur Behandlung technischer Fragestellungen durch Modellierung und Simulation nennen • alternative Diskretisierungs- und Darstellungsmethoden zur simulativen Behandlung feldtheoretischer Probleme darstellen • Anforderungen an Simulationsprogramme für wert- und zeitdiskrete Systeme angeben Verstehen • Netzlistendarstellung elektrischer Schaltungen kennen und interpretieren, die wesentlichen Algorithmen der elektrischen Schaltkreissimulation verstehen und Analysearten der Schaltkreissimulation erläutern • wesentliche Konzepte von Hardware-Beschreibungssprachen für zeitdiskrete Systeme erläutern

- Konzept der Modellierung konservativer und mathematisch ähnlicher Systeme verschiedener analoger Naturen verstehen und beschreiben

Anwenden

- bei raumverteilten Systemen Differentialoperationen in diskretisierte Darstellung übersetzen, Gleichungssystem bzw. Eigenwertproblem formulieren und in Datenstrukturen (Systemmatrix) übertragen
- auf elektrische Schaltkreise bzw. Netzwerke aus konzentrierten Elementen die modifizierte Knotenanalyse anwenden, Gleichungssystem aufstellen sowie in Datenstrukturen (Systemmatrix , Absolutvektor) übertragen

Analysieren

- die für technische Fragestellungen gebräuchlichen Modellierungsansätze unterscheiden
- die verschiedenen Abstraktionsebenen für Modellierung und Simulation in der Mikroelektronik untereinander abgrenzen hinsichtlich Anwendungsbereich, zugrundeliegender Annahmen, beschriebener Objekte, mathematischer Systembeschreibung und relevanter Darstellungsgrößen
- Simulationsprogramme hinsichtlich der Zeitverwaltung klassifizieren
- Abstraktionsgrade bei der Modellierung des Zeitverhaltens von Komponenten zeitdiskreter Systeme unterscheiden
- bei Hardware-Beschreibungssprachen zwischen Strukturmodellierung, nebenläufiger und sequentieller Verhaltensmodellierung unterscheiden

Evaluieren (Beurteilen)

- elektrotechnische Fragestellungen in Bezug auf Modellierung und Simulation hinsichtlich der Abstraktionsebene einstufen
- Simulationswerkzeuge hinsichtlich der Eignung für eine gegebene Aufgabenstellung bewerten
- für eine gegebene Aufgabenstellung die geeignete Modellierung und Simulationsunterstützung wählen

Erschaffen

- einfaches Simulationsprogramm für potentialtheoretische Probleme erstellen
- elementaren Schaltkreissimulator entwickeln

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:

- Programmiersprache, Datenstrukturkonzepte und wesentliche Operationen des Numerik-Werkzeugs Matlab exemplarisch für ähnliche Produkte erlernen
- in der Lage sein, sich das Arbeiten mit ähnlichen Werkzeugen und Programmiersprachen selbständig zu erschließen
- numerische Simulationsalgorithmen mit speziell dafür geeigneten Werkzeugen wie Matlab, Scilab oder Octave umsetzen

		• Simulationswerkzeuge in der Ingenieurtätigkeit souverän und mit Überlegung einsetzen Selbstkompetenz Lernziele hinsichtlich persönlicher Weiterentwicklung: • naturwissenschaftliche Aussagen und Beziehungen als Modelle verstehen • Möglichkeiten und Grenzen kommerzieller Simulationswerkzeuge auf verschiedenen Abstraktionsebenen beurteilen und sich deren effiziente Nutzung selbst aneignen • Modelle hinsichtlich Plausibilität, Falsifizierbarkeit und Gültigkeitsgrenzen hinterfragen sowie auf Simulationergebnissen beruhenden Aussagen kritisch begegnen Sozialkompetenz Lernziele hinsichtlich des Umgangs mit Menschen: • Programme gemeinsam in Kleingruppen entwickeln • dabei auf Vorkenntnisse anderer zugreifen und aufbauen
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	schriftlich oder mündlich Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	schriftlich oder mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 96590	**Entwurf integrierter Schaltungen I** Design of integrated circuits I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

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

		• Die Studierenden analysiert das Verhalten von MOS/CMOS-Transistoren. Daneben können sie verschiedene statische und dynamische digitale Schaltungsstrukturen auf Transistorebene bewerten. Learning objectives and competencies: Understand • gain an overview of existing integration technologies and integrated circuit design techniques in CMOS (0.18µm-0.13µm), understanding technical and economic aspects of semiconductor manufacturing. Evaluate (Assess) • Analyze the behavior of MOS / CMOS transistors and evaluate various static and dynamic digital circuit structures at transistor level.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 2
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 6 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch oder Englisch
16	**Literaturhinweise**	

Wahlpflichtmodul 8.1

1	**Modulbezeichnung** 97080	**Informatik für Ingenieure I** Computer science for engineers I	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Tobias Baumeister
5	**Inhalt**	In dieser Veranstaltungen werden ausgewählte Inhalte aus der Informatik für herangehende Ingenieure gelehrt. Hierbei wird Wert auf Pragmatik gelegt, d.h. die vermittelten Inhalte sollen möglichst praktischer Natur sein, die im späteren Berufsleben oder in einer wissenschaftlichen Karriere in Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurswesen, o.Ä. angewandt werden können. **Kapitel des Moduls** • Rechnerarchitektur • Betriebssysteme • Rechnerkommunikation • Datenbanken • Künstliche Intelligenz • Programmierung/Softwareentwicklung (Python) Dieses Modul ist kein reines Programmiermodul! Auch wenn Programmierung (zum Teil) behandelt wird, soll nicht die Erwartung bestehen, dass man am Ende die Veranstaltung als Fullstack Senior Software Developer verlässt.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden... • bewerten verschiedene Möglichkeiten der Informationsdarstellung • kennen den grundsätzlichen Aufbau eines Computers • analysieren einfache logische Schaltungen • charakterisieren die im Modul vorgestellten Konzepte von Betriebssystemen • differenzieren die im Modul vorgestellten Konzepte Programmierparadigmen • unterscheiden die im Modul vorgestellten Konzepte Datenstrukturen und Suchalgorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte Strategien zum Entwurf effizienter Algorithmen • beschreiben die im Modul vorgestellten Konzepte relationaler Datenbanken • stellen einfache SQL-Anfragen • erklären Referenzmodelle für verteilte und Kommunikationssysteme
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine

8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 8.0 Informatik für Ingenieure I Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212 Technische Wahlmodule Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	

1	**Modulbezeichnung** 93130	**Konzeptionelle Modellierung** Conceptual modelling	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Vorlesung: Introduction to Software Engineering Übung: Introduction to Software Engineering Exercises	- -
3	Lehrende	Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier	

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

7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Gewünscht "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Grundlagen der Logik und Logikprogrammierung"
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 8.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur mit MultipleChoice (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur mit MultipleChoice (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Wintersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Elmasri, Ramez, and Sham Navathe. Grundlagen von Datenbanksystemen. Pearson Deutschland GmbH, 2009. - ISBN-10: 9783868940121 • Alfons Kemper, Andre Eickler: Datenbanksysteme : Eine Einführung. 6., aktualis. u. erw. Aufl. Oldenbourg, März 2006. - ISBN-10: 3486576909 • Bernd Oestereich: Analyse und Design mit UML 2.1. 8. Aufl. Oldenbourg, Januar 2006. - ISBN-10: 3486579266 • Ian Sommerville: Software Engineering. 8., aktualis. Aufl. Pearson Studium, Mai 2007. - ISBN-10: 3827372577 • Horst A. Neumann: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der Unified Modeling Language. (UML). Hanser Fachbuch, März 2002. - ISBN-10: 3446188797 • Rainer Eckstein, Silke Eckstein: XML und Datenmodellierung. Dpunkt Verlag, November 2003. - ISBN-10: 3898642224

1	**Modulbezeichnung** 471229	**Konstruktives Software Engineering** Constructive phases of software engineering	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.	
3	Lehrende	-	

4	**Modulverantwortliche/r**	Prof. Dr. Francesca Saglietti
5	**Inhalt**	Das Modul befasst sich mit einem breiten Spektrum an ingenieurwissenschaftlichen Prinzipien und alternativen Vorgehensweisen bei Konzeption, Entwicklung und Pflege großer, komplexer Softwaresysteme. Sie bietet eine umfassende Übersicht konstruktiver Verfahren des modernen Software Engineering an.
6	**Lernziele und Kompetenzen**	Die Studierenden: • erklären systematische und strukturierte Prozessmodelle (wie das Wasserfall- und V-Modell) zur Entwicklung komplexer Software-Systeme • erfassen wesentliche Prinzipien der Software-Entwicklung (wie Kohäsion und Kopplung) • erläutern systematische Methoden zur Anforderungsermittlung an und wesentliche Ziele der Anforderungsanalyse • benutzen ausgewählte Spezifikationssprachen (wie Endliche Automaten, Petri-Netze und Z), um komplexe Problemstellungen eindeutig zu formulieren • wenden UML-Diagramme (wie Use Case-, Klassen-, Sequenz- und Kommunikationsdiagramme) zum Zweck objektorientierter Analyse- und Design-Aktivitäten an; • beschreiben unterschiedliche Arten der Wiederverwendung von Entwurfselementen und lösen typische Entwurfsprobleme durch Anwendung etablierter Entwurfsmuster
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Keine
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	Vertiefungsmodul 8.1 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	Klausur (90 Minuten)
11	**Berechnung der Modulnote**	Klausur (100%)
12	**Turnus des Angebots**	nur im Sommersemester
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 60 h Eigenstudium: 90 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester

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

Wahlpflichtmodul 8.2

1	**Modulbezeichnung** 43940	**Echtzeitsysteme** Real-time computing	**5 ECTS**
2	Lehrveranstaltungen	Übung: RÜ_EZS (2.0 SWS) Vorlesung: Echtzeitsysteme (2.0 SWS)	- -
3	Lehrende	Eva Dengler Peter Wägemann	

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

- entwickeln in der Programmiersprache C und wenden die GNU Werkzeugkette für den ARM Cortex M4 Microcontroller an.
- erstellen Echtzeitanwendungen auf Basis der eCos OS-Schnittstelle
- ordnen die Strukturelemente von Echtzeitanwendungen zu: Aufgabe, Arbeitsauftrag und Faden.
- erläutern die Implikationen von zeitlichem Mehrfachbetrieb auf die Verwaltungsgemeinkosten.
- unterscheiden die Umsetzungsalternativen zur Ablaufsteuerung und die Trennung der Belange in Einplanung (Strategie) und Einlastung (Mechanismus).
- benennen die grundsätzliche Verfahren der Ablaufsteuerung (taktgesteuert, reihum, vorranggesteuert).
- erklären die grundlegenden Zeitparameter einer Aufgabe (Auslösezeitpunkt, Termin, Antwortzeit, Latenz, Ausführungszeit, Schlupfzeit).
- unterscheiden die Grundlagen der Planbarkeit (gültig vs. zulässig, Optimalität von Einplanungsalgorithmen).
- beschreiben den Unterschied zwischen konstruktiver und analytischer Einhaltung von Terminen-.
- vergleich die Möglichkeiten (statisch, dynamisch) der zeitliche Analyse von Echtzeitanwendungen.
- erklären die Grundlagen und Beschränkungen von dynamischer (worst-case?) und statischer WCET-Analyse (makroskopisch und mikroskopisch).
- illustrieren Lösungsverfahren zur Bestimmung des längsten Ausführungspfads (Timing Schema, IPET).
- erstellen Zeitmessung mittels Zeitgeber / Oszilloskop und bestimmen den längsten Pfad durch Code-Review.
- erproben werkzeuggestützte WCET-Analyse mittels des absint aiT Analysewerkzeugs.
- beschreiben die Grundlagen der Abfertigung periodischer Echtzeitsysteme (Periode, Phase, Hyperperiode).
- skizzieren das periodische Modell und dessen Folgen (Entwicklungskomfort vs. Analysierbarkeit).
- erklären die ereignisgesteuerte Ausführung (feste und dynamische Priorität, Verdrängbarkeit) mittels ereignisorienterter Planer (Berechnungskomplexität, MLQ-Scheduler, O(1)-Scheduler).
- unterscheiden die zeitgesteuerte Ausführung (Busy Loop, Ablaufplan)und die Abfertigung von Arbeitsaufträgen im Abfrage- bzw. Unterbrecherbetrieb.
- wenden die Grundlagen der ereignisgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme an.
- unterscheiden Verfahren zur statischen (RM, DM) und dynamischen Prioritätsvergabe (EDF, LRT, LST).
- nennen den Unterschied zwischen Anwendungs- und Systemebene (Mehrdeutigkeit von Prioritäten).

		• erläutern den Optimalitätsnachweis des RM-, DM- und EDF-Algorithmus und dessen Ausnahmen. • beschreiben grundlegende Verfahren zur Planbarkeitsanalyse (CPU-Auslastung, Antwortzeitanalyse). • implementieren komplexe Aufgabensysteme in eCos. • unterscheiden die Grundlagen der zeitgesteuerten Ablaufplanung periodischer Echtzeitsysteme. • erstellen regelmäßige, zyklische Ablaufpläne (cyclic executive model, Rahmen). • vergleich Methoden der manuellen und algorithmischen Ablaufplanung. • unterscheiden optimale von heuristischen Verfahren (List Scheduling, Branch & Bound). • diskutieren die Konsequenzen eines Betriebswechsels in Echtzeitsystemen. • erstellen takt- beziehungsweise ereignisgesteuerte Abläufe in eCos beziehungsweise tt-eCos. • klassifizieren die Grundlagen der Abfertigung nicht-periodischer Echtzeitsysteme (minimale Zwischenankunftszeit). • definieren die Verbindlichkeiten von nicht-periodischen Aufgaben (aperiodisch, sporadisch) • zeigen die sich ergebenden Restriktionen des periodischen Modells (Mischbetrieb, Prioritätswarteschlangen, Übernahmeprüfung) auf. • beschreiben die Basistechniken des Laufzeitsystems (Zusteller, Unterbrecherbetrieb, Hintergrundbetrieb). • quantifizieren die Eigenschaften und Auswirkungen auf den periodischen Teil des Echtzeitsystems. • formulieren die Grundlagen des Slack-Stealing. • beschreiben den Einsatz von bandweite-bewahrenden Zustellern. • unterscheiden aufschiebbare Zusteller und Sporadic Server (SpSL und POSIX). • wenden eine Übernahmeprüfung bei sporadischen Aufgaben mittels dichte- oder schlupfbasierten Akzeptanztests an. • arbeiten einen strukturierter Ablaufplan (Rahmen) aus und untersuchen den Einsatz von Slack-Stealing. • ermitteln gerichtete Abhängigkeiten und Rangfolgen in Echtzeitanwendungen (Abhängigkeits- und Aufgabengraph). • stellen Umsetzungsalternativen für Abhängigkeiten einander gegenüber (naiv, implizit, explizit). • beschreiben das Konzept der zeitlichen Domänen und physikalischer bzw. logischer Ereignisse. • übertragen Abhängigkeiten auf das Problem der Ablaufplanung (modifiziere Auslösezeitpunkt/Termin, Phasenversatz). • konzipieren Rangfolge und aperiodische Steuerung in eCos.

		• implementieren einen aperiodischer Moduswechsel mit Zustandsüberführung in eCos. • wenden die Grundlagen von Wettstreit um Betriebsmitteln, Konkurrenz und Konfliktsituationen (kritische Abschnitte, (un)kontrollierte Prioritätsumkehr) an. • beschreiben echtzeitfähige Synchronisationsprotokolle (NPCS, PI, PCP). • nennen die Vor- und Nachteile der Techniken (transitive Blockung, Verklemmungen). • hinterfragen die Vereinfachung des PCP durch stapelbezogene Grenzprioritäten. • bestimmen die Ablaufplanung unter Berücksichtigung von Blockierungszeiten und Selbstsuspendierung. • implementieren Zugriffskontrolle (NPCS, PI, PCP) in Echtzeitanwendungen mit eCos. • erläutern die Anforderungen an verteile Echtzeitsysteme (Komposition, Erweiterbarkeit, Komplexität, Ereignis- vs. Zustandsnachricht). • fassen die Grundlagen von Knoten, Netzwerkschnittstellen und Netzübergängen sowie die Konzepte der expliziten und impliziten Flusskontrolle zusammen. • erschließen sich typische Probleme (zeitliche Analyse, Beobachtbarkeit, Synchronisation, Rangfolge) und Fehlerquellen bei der Programmierung von Echtzeitanwendungen. • können in Gruppen kooperativ und effektiv arbeiten. • können ihre Entwurfs- und Implementierungsentscheidungen kompakt präsentieren und argumentativ vertreten. • reflektieren ihre Entscheidungen kritisch und leiten Alternativen ab. • können offen und konstruktiv mit Schwachpunkten in der Konzeption wie Umsetzung umgehen.
7	**Voraussetzungen für die Teilnahme**	Für eine erfolgreiche Teilnahme an der Veranstaltung sind grundlegende Programmierkenntnisse in C/C++ erforderlich. Diese können durch den (empfohlenen) Besuch entsprechender Grundlagenveranstaltungen oder im Eigenstudium erworben sein, eine formale Voraussetzung besteht in diesem Zusammenhang nicht.
8	**Einpassung in Studienverlaufsplan**	Semester: 1
9	**Verwendbarkeit des Moduls**	1.+ 2. Wahlpflichtmodul Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 Wahlpflichtmodul 8.2 Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Elektrotechnik 20212 8.0 Informatik für Ingenieure I Master of Science Wirtschaftsingenieurwesen Maschinenbau 20212
10	**Studien- und Prüfungsleistungen**	mündlich (30 Minuten)

11	**Berechnung der Modulnote**	mündlich (100%)
12	**Turnus des Angebots**	Unregelmäßig
13	**Arbeitsaufwand in Zeitstunden**	Präsenzzeit: 90 h Eigenstudium: 60 h
14	**Dauer des Moduls**	1 Semester
15	**Unterrichts- und Prüfungssprache**	Deutsch
16	**Literaturhinweise**	• Hermann Kopetz. Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications. Kluwer Academic Publishers, 1997. • Jane W. S. Liu. Real-Time Systems. Prentice-Hall, Inc., 2000. • Wolfgang Schröder-Preikschat. Softwaresysteme 1. Vorlesungsfolien. 2006.