

# Modulhandbuch

für den Studiengang

Master of Science

Elektromobilität-ACES

(Prüfungsordnungsversion: 20222)

für das Sommersemester 2025

# Inhaltsverzeichnis

|   |     |
|---|-----|
| Projektarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222) (1994).....        | 9   |
| Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222) (1995).....            | 12  |
| Masterarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222) (1999).....         | 17  |
| Major AI and autonomous driving   |     |
| Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten (92357).....                            | 20  |
| Photonik 1 (92390).....   | 22  |
| Ereignisdiskrete Systeme (92430).....   | 24  |
| Schätzverfahren in der Regelungstechnik (94961).....                                  | 26  |
| Photonik 2 (96350).....   | 27  |
| Bildgebende Radarsysteme (96381).....   | 29  |
| Advanced machine learning for anomaly detection (47685).....                          | 31  |
| Künstliche Intelligenz I (894856).....  | 33  |
| Künstliche Intelligenz II (532733).....   | 35  |
| Biomedizinische Signalanalyse (23070).....  | 37  |
| Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (47613)..... | 41  |
| Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI (47614).....                | 43  |
| Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems (93113).....         | 45  |
| Project Representation Learning (93112).....  | 48  |
| Reinforcement Learning (93185).....   | 50  |
| Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien (349413).....                         | 52  |
| Security in Embedded Hardware (172338).....   | 54  |
| Speech and Language Processing (44455).....   | 56  |
| Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen) (773774).....                | 58  |
| Major Connectivity  |     |
| Satellitenkommunikation (43460).....  | 62  |
| Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung) (716033).....                             | 66  |
| Nachrichtentechnische Systeme (92601).....  | 69  |
| Hochfrequenztechnik (92720).....  | 72  |
| Kommunikationsnetze (92290).....  | 74  |
| Optische Übertragungstechnik (92400).....   | 76  |
| Komponenten optischer Kommunikationssysteme (92410).....                              | 78  |
| Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (92610).....                               | 80  |
| Signale und Systeme II (92682).....   | 82  |
| Kommunikationselektronik (92730).....   | 84  |
| Rechnerkommunikation (93150).....   | 87  |
| Digitale Signalverarbeitung (93500).....  | 89  |
| Digitale Übertragung (93510).....   | 91  |
| Stochastische Prozesse (93580).....   | 93  |
| Antennen (96000).....   | 95  |
| Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (96010).....                           | 97  |
| HF-Schaltungen und Systeme (96220).....   | 99  |
| Mikrowellenschaltungstechnik (96251).....   | 101 |
| Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96260).....                              | 103 |
| Kanalcodierung (96270).....   | 105 |
| Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (96410).....                          | 109 |
| Kommunikationsstrukturen (96801).....   | 111 |
| Seminar Nachrichtentechnische Systeme (123526).....                                   | 113 |
| Automotive Systems and Software Engineering (313638).....                             | 115 |
| Major E-Powertrain  |     |
| Analoge elektronische Systeme (96500).....  | 118 |

|   |     |
|---|-----|
| Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik (118154).....           | 120 |
| Digitale Regelung (97360).....  | 123 |
| Elektrische Antriebstechnik I (96540).....  | 125 |
| Elektrische Maschinen I (96570).....  | 128 |
| Elektromagnetische Verträglichkeit (96580).....                                   | 130 |
| Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit (97840).....                      | 132 |
| Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung (96230).....      | 134 |
| Halbleitertechnik III - Leistungshalbleiterbauelemente (HL III) (92523).....      | 136 |
| Pulsumrichter für elektrische Antriebe (96370).....                               | 138 |
| Schaltnetzteile (96670).....  | 141 |
| Thermisches Management in der Leistungselektronik (96680).....                    | 143 |
| Machine Learning for Control Systems (94967).....                                 | 145 |
| Elektronik programmierbarer Digitalsysteme (43130).....                           | 147 |
| Angewandte Thermofluidodynamik (Fahrzeugantriebe) (45291).....                    | 148 |
| Grundlagen der elektrischen Maschinen (92552).....                                | 151 |
| Grundlagen der Elektrotechnik III (92580).....                                    | 153 |
| Halbleiterbauelemente (92590).....  | 155 |
| Schaltungstechnik (92660).....  | 157 |
| Ausgewählte Kapitel der Schaltnetzteiltechnologie (96020).....                    | 159 |
| Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen (96040).....                      | 161 |
| Digitale elektronische Systeme (96090).....                                       | 163 |
| Elektrische Antriebstechnik II (96120).....                                       | 165 |
| Elektrische Kleinmaschinen (96130).....   | 168 |
| Elektrische Maschinen II (96160).....   | 170 |
| Elektrische Bahnen (123620).....  | 172 |
| Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen (92546).....                       | 174 |
| Fluid dynamics (92781).....   | 176 |
| Chemistry for Fuel Cells, Batteries, and Electrolyzer (46937).....                | 178 |
| Seminar Electrochemical Energy Conversion and Storage (46938).....                | 180 |
| Major Sustainable mobility and production technology                              |     |
| MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger (380151)..... | 183 |
| Produktionsprozesse in der Elektronik (97122).....                                | 185 |
| Kunststoffcharakterisierung und -analytik (528791).....                           | 187 |
| Technologie der Verbundwerkstoffe (46900).....                                    | 189 |
| Umformtechnik Vertiefung (97290).....   | 191 |
| Regelungstechnik A (Grundlagen) (92650).....                                      | 193 |
| Sensorik (92670).....   | 196 |
| Methode der Finiten Elemente (94550).....   | 198 |
| Elektrische Energiespeichersysteme (94971).....                                   | 201 |
| Planung elektrischer Energieversorgungsnetze (96360).....                         | 203 |
| Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen (96550).....        | 205 |
| Produktionsprozesse der Zerspanung (96915).....                                   | 207 |
| Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (97060).....                            | 209 |
| Produktionssystematik (97101).....  | 212 |
| Technische Produktgestaltung (97110).....   | 213 |
| Wälzlagertechnik (97115).....   | 218 |
| Handhabungs- und Montagetechnik (97121).....                                      | 222 |
| Lasertechnik / Laser Technology (97150).....                                      | 224 |
| Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren (97160).....                   | 226 |
| Umformtechnik (97200).....  | 231 |
| Integrierte Produktentwicklung (97250).....                                       | 233 |
| Mehrkörperdynamik (97270).....  | 238 |
| Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM (97088).....                        | 242 |

|   |     |
|---|-----|
| Photovoltaik für Energietechniker (92850).....                                    | 243 |
| Hardware-Software-Co-Design (43490).....  | 246 |
| Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung) (292952).....       | 248 |
| Reconfigurable Computing (43195).....   | 252 |
| Markt und Netze –Systemlösungen für die Energiewende (96111).....                 | 255 |
| Maschinenelemente II (94543).....   | 258 |
| <b>Wahlmodule</b>   |     |
| Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (44260).....             | 266 |
| Bearbeitungssystem Werkzeugmaschine (96910).....                                  | 268 |
| Gießereitechnik 2 (97087).....  | 270 |
| Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (97260).....      | 271 |
| Deep Learning for Beginners (93330).....  | 274 |
| Image, Video, and Multidimensional Signal Processing (447324).....                | 276 |
| Data Science Survival Skills (47677).....   | 277 |
| Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools (95067)..... | 279 |
| Robot mechanisms and user interfaces (92359).....                                 | 281 |
| International Supply Chain Management (94920).....                                | 283 |
| Human-centered mechatronics and robotics (92345).....                             | 285 |
| Seminar Human-Robot Interaction (47667).....                                      | 287 |
| Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (92346).....                          | 288 |
| Numerical Optimization and Model Predictive Control (92528).....                  | 289 |
| Nonlinear Control Systems (92529).....  | 291 |
| Dynamical Systems and Control (47603).....  | 293 |
| Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS) (96316).....                        | 295 |
| Machine Learning in Signal Processing (48440).....                                | 297 |
| Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM) (85764).....     | 299 |
| Statistical Signal Processing (96430).....  | 301 |
| Multiuser Information and Communications Theory (687141).....                     | 304 |
| Mobile Communications (43141).....  | 306 |
| MIMO Communication Systems (96300).....   | 308 |
| Information Theory and Coding / Informationstheorie und Codierung (93601).....    | 310 |
| Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung (43400).....         | 313 |
| Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (43420).....        | 316 |
| Convex Optimization in Communications and Signal Processing (96850).....          | 319 |
| Machine Learning in Communications (668129).....                                  | 321 |
| Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (23030).....    | 322 |
| Power electronics for decentral energy systems (42919).....                       | 324 |
| Experimental fluid mechanics (42933).....   | 328 |
| Optimierung für Ingenieure (44050).....   | 330 |
| Pattern Recognition (44130).....  | 332 |
| Computational Dynamics (44450).....   | 335 |
| Wärmeanlagen und Kraftwerkstechnik (45310).....                                   | 337 |
| Turbomaschinen (45495).....   | 339 |
| Scannen und Drucken in 3D (46100).....  | 340 |
| Kunststoff- Fertigungstechnik (46910).....  | 342 |
| Kunststoffe und Ihre Eigenschaften (46950).....                                   | 344 |
| Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (47770).....                    | 346 |
| Beyond FEM (92250).....   | 348 |
| Geometric Beam Theory (92350).....  | 350 |
| Robotics 1 (92519).....   | 352 |
| Elektromagnetische Felder I (92520).....  | 353 |
| Elektromagnetische Felder II (92530).....   | 356 |
| Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft (92840)... | 358 |

|  |     |
|--|-----|
| Robotics Frameworks (92880).....   | 361 |
| Berechenbarkeit und Formale Sprachen (93010).....  | 363 |
| Systemnahe Programmierung in C (93170).....  | 365 |
| Systemprogrammierung (93180).....  | 368 |
| Commercial Open Source Startups (OSS-COSS) (93184).....                                    | 372 |
| Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM (93460).....                                 | 374 |
| Fundamentals of PYTHON- and MATLAB-based data acquisition and optimization<br>(93470)..... | 375 |
| Engineering of Solid State Lasers (94930).....   | 376 |
| Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (94947).....                 | 378 |
| Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (95150).....                                     | 380 |
| Konstruieren mit Kunststoffen (95250).....   | 382 |
| Kunststoffverarbeitung (95260).....  | 384 |
| Karosseriebau - Werkzeugtechnik (95370).....   | 386 |
| Karosseriebau - Warmumformung und Korrosionsschutz (95380).....                            | 387 |
| Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung (95940).....          | 389 |
| Multiphysics Systems and Components (96841).....   | 391 |
| Advanced Design and Programming (5-ECTS) (97008).....                                      | 393 |
| Wärme- und Stoffübertragung (97030).....   | 395 |
| Grundlagen der Koordinatenmesstechnik (97085).....   | 397 |
| Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen<br>(97252).....      | 399 |
| Automatisierte Produktionsanlagen (97303).....   | 401 |
| Industrie 4.0 für Ingenieure (319238).....   | 403 |
| Regelung im Antriebsstrang von Kraftfahrzeugen (432733).....                               | 405 |
| Materialmodellierung und -simulation (537468).....   | 407 |
| Hauptseminar Messtechnik (607629).....   | 409 |
| Systemprogrammierung Vertiefung (650143).....  | 411 |
| Zukunft der Automobiltechnik (683319).....   | 413 |
| Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (767791).....               | 414 |
| Kommunikation in Technik-Wissenschaften (779501).....                                      | 417 |
| Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (830631).....                     | 423 |
| Mikromechanik (837601).....  | 426 |
| Technologie-Startup-Seminar (856328).....  | 428 |
| Laser in der Medizintechnik (988980).....  | 430 |
| Höhere Festigkeitslehre (998986).....  | 432 |
| Fertigungsmesstechnik I (97247).....   | 434 |
| Fertigungsmesstechnik II (96925).....  | 444 |
| Integrated Production Systems (97123).....   | 449 |
| Prozess- und Temperaturmesstechnik (97248).....  | 451 |
| Qualitätsmanagement (97246).....   | 455 |
| Rechnergestützte Messtechnik (96930).....  | 458 |
| Softwareentwicklung für Ingenieure (94531).....  | 463 |
| Regenerative Energiesysteme (96390).....   | 465 |
| Leistungselektronik (96630).....   | 467 |
| Werkstoffverbunde mit Kunststoffen (94902).....  | 470 |
| Fuel cells and electrolyzers (42918).....  | 472 |
| Mechatronic components and systems (MCS) (92347).....                                      | 474 |
| Image and Video Compression (96310).....   | 476 |
| Human Computer Interaction (645618).....   | 479 |
| Service Quality Engineering – Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE) (97322).....        | 482 |
| Next Generation Mobile Communication Systems: 5G-Advanced and 6G (96065).....              | 484 |
| Autonomous Systems: From Research to Products (92372).....                                 | 486 |



|   |     |
|---|-----|
| Virtual Vision (96314).....   | 487 |
| Robust Design und Toleranzmanagement (97329).....   | 489 |
| Computer vision (713618).....   | 491 |
| Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (669700).....  | 493 |
| Robotics 2 (92535).....   | 494 |
| Numerik I für Ingenieure (64620).....   | 496 |
| Power Electronics in Three-Phase AC Networks: HVDC Transmission and FACTS<br>(96072).....   | 498 |
| Deep Learning (901895).....   | 500 |
| Communications systems design (92355).....  | 502 |
| Selected topics in vehicle electrification (92545).....   | 504 |
| Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit (96700).....  | 506 |
| Introduction to Deep Learning (43405).....  | 507 |
| Drahtlose Automobilelektronik (92539).....  | 509 |
| Algorithms, programming, and data representation (47598).....   | 511 |
| Produktion elektrischer Motoren und Maschinen (94952).....  | 514 |
| Lasersystemtechnik I: Hochleistungslaser für die Materialbearbeitung: Bauweisen,<br>Grundlagen der Strahlführung und –formung, Anwendungen (95360)..... | 516 |
| Lasersystemtechnik II: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen,<br>Steuerungs- und Automatisierungstechnik (97283).....                    | 518 |
| Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Produktion und Service (94946).....  | 520 |
| Die Werkzeugmaschine als mechatronisches System (95270).....  | 522 |
| Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (95350).....  | 524 |
| Gießereitechnik 1 (97086).....  | 526 |
| Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (97130).....  | 531 |
| Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz (96920).....   | 533 |
| Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (95068).....  | 535 |
| Introduction to Machine Learning (65718).....   | 537 |
| Technische Schwingungslehre (97190).....  | 540 |
| Numerische und experimentelle Modalanalyse (97265).....   | 544 |
| Grundlagen der Robotik (94951).....   | 548 |
| Turbulence II (45221).....  | 550 |
| Automotive Engineering II (95345).....  | 552 |
| Aerodynamics für ACES, CE, MB, MECH, WING (47577).....  | 554 |
| Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (97074).....  | 555 |
| Innovation design (83471).....  | 557 |
| Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP) (97304).....   | 558 |
| Global retail logistics (55291).....  | 560 |
| Perception in Robotics (42801).....   | 562 |
| Electric Drives (92321).....  | 564 |
| Energiespeichertechnologien (97061).....  | 566 |
| Rechtliche Grundlagen der Start-up-Unternehmen (57370).....   | 568 |
| Computer Graphics (43822).....  | 570 |
| Einführung in die Grundlagen der Physikalischen Chemie 2 (67216).....   | 573 |
| Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner (22800).....  | 575 |
| Radarfernerkundung mit Satelliten (94966).....  | 577 |
| Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM) (46939).....   | 579 |
| Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (96440).....   | 580 |
| Physikalische Chemie 1 (62030).....   | 583 |
| Hochfrequenzmesstechnik (145947).....   | 585 |
| Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation (97770).....   | 587 |
| Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (812723).....  | 589 |
| Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L) (47657).....   | 591 |

|   |     |
|---|-----|
| Ressourceneffiziente Produktionssysteme (96905).....  | 593 |
| Aeroacoustics (45436).....  | 595 |
| Introduction to Sustainable Technology Management (57121).....  | 597 |
| Cooling of Power electronics (45084).....   | 599 |
| Seminar AI and Digitalization in Healthcare (47626).....  | 601 |
| Bruchmechanik (97001).....  | 603 |
| Introduction to Microwave Engineering (92318).....  | 605 |
| Automotive Engineering I (95340).....   | 607 |
| Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (97281).....  | 609 |
| Maßgeschneiderte Prozesstechnologien (94535).....   | 611 |
| Modeling of Control Systems (92241).....  | 613 |
| Seminar The why and how of human gait simulations (47595).....  | 614 |
| Advanced Deep Learning (93873).....   | 615 |
| Battery Storage Systems (97065).....  | 617 |
| Tracking Olympiad (47612).....  | 619 |
| NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen<br>Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP) (96901)..... | 621 |
| Geometric Numerical Integration (97278).....  | 623 |
| Computational Multibody Dynamics (92861).....   | 626 |
| Electrical energy storage systems (42924).....  | 628 |
| Uncertainty Quantification for Engineers (97009).....   | 630 |
| Advanced Seminar on International and Sustainable Production (94783).....   | 632 |
| Laboratory training AI and Autonomous driving   |     |
| Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen<br>(97525).....  | 635 |
| Laborpraktikum Image and Video Compression (97651).....   | 637 |
| Praktikum Photonik/Lasertechnik 1 (242643).....   | 639 |
| Laborpraktikum Human-Robot Interaction (92507).....   | 641 |
| Praktikum Photonik/Lasertechnik 2 (508483).....   | 643 |
| Laboratory training Connectivity  |     |
| Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung (97520).....   | 646 |
| Laborpraktikum Mobilkommunikation (97640).....  | 648 |
| Praktikum Hochfrequenztechnik / Mikrowellentechnik 1 (95192).....   | 651 |
| Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2 (631385).....  | 653 |
| Praktikum Digitale Übertragung (93511).....   | 655 |
| Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (96261).....  | 659 |
| Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung (182405).....  | 661 |
| Laboratory training E-Powertrain  |     |
| Praktikum Elektrische Antriebstechnik MA (490782).....  | 664 |
| Laborpraktikum Leistungselektronik (97610).....   | 666 |
| Laborpraktikum Eingebettete Mikrocontroller-Systeme (PEMSY) (97530).....  | 669 |
| Laboratory training Sustainable mobility and production technology  |     |
| Praktikum Technische Dynamik (94892).....   | 673 |
| Praktikum Fertigungsmesstechnik (94897).....  | 676 |
| Praktikum Kunststofftechnik (94898).....  | 679 |
| Praktikum Lasertechnik (94893).....   | 681 |
| Praktikum Technische Mechanik (94891).....  | 683 |
| Praktikum Umformtechnik (94894).....  | 685 |
| Praktische Einführung in Machine Learning (96940).....  | 687 |
| Praktikum FAPS (94895).....   | 689 |
| Praktikum Ressourceneffiziente Produktion (94896).....  | 691 |
| Lab course machine learning in signal processing (878210).....  | 693 |
| Materialien der Elektronik und Energietechnik (95673).....  | 695 |

|  |     |
|--|-----|
| Grundlagenpraktika (95981).....  | 697 |
| Laboratory training biomechanics (97327).....                                  | 699 |
| Laboratory course: Power electronics for decentral energy systems (42907)..... | 701 |
| Laboratory training computer-aided product design methods (94899).....         | 703 |



|   |                                 |  |                |
|---|---------------------------------|--|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1994 | <b>Projektarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222)</b><br>Project thesis with Advanced Seminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222)  | <b>15 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen             | Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS) -<br>Hauptseminar: Hauptseminar Kunststofftechnik (2 SWS) -<br>Seminar: Hauptseminar Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik (2 SWS) 2,5 ECTS<br>Hauptseminar: Hauptseminar Technische Mechanik (2 SWS) -<br>Hauptseminar: Hauptseminar Fertigungstechnologie im Masterstudium (2 SWS) 2,5 ECTS<br>Hauptseminar: Hauptseminar Photonische Technologien im Masterstudium (2 SWS) -<br>Seminar: Hauptseminar Technische Dynamik (2 SWS) -<br>Seminar: Hauptseminar Konstruktion (2 SWS) -<br>Hauptseminar: Hauptseminar zur Gießereitechnik (2 SWS) 2,5 ECTS |                |
| 3 | Lehrende                        | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte<br>Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Prof. Dr.-Ing. Kai Willner<br>apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah<br>Dr.-Ing. Florian Klämpfl<br>Dr. Kristian Cvecek<br>Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr.-Ing. Jörg Miehling<br>Dr.-Ing. Benedict Rothhammer<br>Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller  |                |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Oliver Kreis  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | The module comprises a scientific project thesis in the field of electromobility and the presentation of the results in the advanced seminar.<br>The project thesis in the Master's program is used to learn how to independently process tasks in the field of electromobility.<br>The project thesis must be prepared in the subject area of one of the selected major modules. It should be a topic from a different sub-area than the bachelor thesis. |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Students   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• master the basics of scientific work in their field of expertise in electromobility and are able to work independently on a specific topic</li> <li>• critically examine scientific results and are able to assign them to the respective state of the art</li> <li>• are able to apply the relevant basics of research methodology, e.g. collect relevant information especially in their own field of expertise, work independently on projects, interpret and evaluate (empirical) data, information, and texts</li> <li>• are able to present and discuss complex subject-related content clearly and appropriately for the target group in written and oral form</li> <li>• are able to monitor and control their own progress</li> <li>• actively contribute to the discussion of other presentations of the advanced seminar</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>schriftlich<br/>Seminarleistung</p> <p>The requirements for the Project thesis must be such that it can be processed in approximately 360 hours. The time period from the assignment of the topic to the submission of the project thesis is five months.</p> <p>The Project Thesis is supervised by a full-time lecturer from the technical faculty involved in this major and, if necessary, by scientific employees commissioned by the lecturer.</p> <p>The Advanced Seminar includes the following points:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Creating a presentation about the project thesis with submission of the slides / presentation file at least 1 week before the presentation date to the seminar leader, e.g. by uploading to the corresponding StudOn group</li> <li>2. Seminar presentation (approx. 20 min presentation + approx. 10 min discussion)</li> <li>3. Prepared participation to the discussion in at least 5 other presentations from the same seminar of the chair</li> </ol> <p>The date of the presentation is determined by the supervising seminar leader either during the final phase or after submission of the project thesis and is announced at least 1 week in advance.</p> <p>After consultation with the supervising seminar leader, the participation and the presentation can also take place via video conference.</p> |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich (80%)<br>Seminarleistung (20%)<br><br>Project thesis: 80.0 %<br><br>Advanced Seminar: 20.0 % |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Wiederholung der Prüfungen</b>       | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.   |
| 14 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 420 h   |
| 15 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 16 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 17 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                 |  |                |
|---|---------------------------------|--|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1995 | <b>Berufspraktische Tätigkeit (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222)</b><br>Internship (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222)  | <b>10 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen             | Hauptseminar / Masterseminar: Master Internship Seminar Electromobility-ACES (2 SWS)<br><br>Im Rahmen des Hauptseminartermins (Präsentation zur berufspraktischen Tätigkeit) besteht Anwesenheitspflicht.<br><br>Attendance is compulsory for the advanced seminar date (presentation on practical work experience). | 10 ECTS        |
| 3 | Lehrende                        | Alexander Nasarow<br>Dr. Heidi Zinser  |                |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Alexander Nasarow   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Das Modul vermittelt praktische Erfahrungen in einem studiengangbezogenen Berufsfeld.</p> <p>Ingenieurnahes Praktikum: Eingliederung der Studierenden in Arbeitsumfelder von Ingenieurinnen und Ingenieuren oder entsprechend qualifizierten Personen mit überwiegend entwickelndem, planendem oder lenkendem Tätigkeitscharakter, z.B. Forschung, Entwicklung, Konstruktion, Berechnung, Versuch, Projektierung, Produktionsplanung, Produktionssteuerung, Betriebsleitung, Ingenieurdienstleistungen.</p> <p>Während des Bachelor-Studienganges sollten vorwiegend betriebstechnische Praktika durchgeführt werden. Ingenieurnahe Tätigkeiten sind möglich. Eine im Bachelorstudium abgeleistete freiwillige berufspraktische Tätigkeit, die über den Umfang des Pflichtpraktikums im Bachelorstudium (12 Wochen) hinausgeht, kann für das Masterstudium angerechnet werden.</p> <p>Das Praktikum kann in deutscher oder englischer Sprache absolviert werden.</p> <p>The module provides practical experience in a professional field related to the degree program.</p> <p>Engineering-related internship: Integration of students into working environments of engineers or correspondingly qualified persons with a predominantly developing, planning or directing activity character, e.g. research, development, design, calculation, testing, project planning, production planning, production control, operations management, engineering services.</p> <p>During the Bachelor's degree program, internships should be carried out primarily in the field of basic internship. Engineering-related activities are possible. A voluntary internship completed in the Bachelor's program that exceeds the scope of the compulsory internship in the Bachelor's</p> |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <p>degree program (12 weeks) can be recognized for the Master's degree program.</p> <p>The internship can be completed in German or English.</p>   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Im Master-Studiengang müssen ingenieurnahe Praktika gewählt werden. Ausnahmen werden in Absprache mit dem Praktikumsamt ACES individuell geregelt.</p> <p>Die praktische Ausbildung soll Einblicke in die Organisation und soziale Struktur eines Industriebetriebes geben sowie an die berufliche Tätigkeit von Ingenieuren und Ingenieurinnen heranführen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden ihre im Studienverlauf erworbenen Fachkompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern der Elektromobilität an.</li> <li>• Die Studierenden wenden Ihre im Studienverlauf erworbenen Methoden-, Informations-, Kommunikations- und Präsentationskompetenzen in berufspraktischen Betätigungsfeldern der Elektromobilität an.</li> <li>• Die Studierenden erwerben für den Berufsalltag grundlegende Kompetenzen des Selbst- und Zeitmanagements.</li> <li>• Die Studierenden erwerben grundlegende, für den Berufsalltag erforderliche Sozialkompetenzen.</li> </ul> <p>In the Master's degree program, engineering-related internships must be chosen. Exceptions are arranged individually in consultation with the Internship Office ACES.</p> <p>The internship is intended to provide insights into the organization and social structure of an industrial company and to introduce the professional work of engineers.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students apply the specialist skills they have acquired during their studies in practical professional fields of electromobility.</li> <li>• Students apply the methodological, information, communication and presentation skills they have acquired in the course of their studies in practical professional fields of activity in electromobility.</li> <li>• Students acquire basic self-management and time-management skills for everyday working life.</li> <li>• Students acquire the basic social skills required for everyday working life.</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Es wird erst ein Termin zur Präsentation im Rahmen eines Hauptseminars vergeben, wenn alle eingereichten Unterlagen vollständig beim Praktikumsamt ACES eingereicht und positiv geprüft wurden.</p> <p>An appointment for a presentation as part of an advanced seminar will only be made once all the documents have been submitted in full to the ACES Internship Office and have been positively reviewed.</p>   |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Pflichtmodul Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung (8 Wochen)<br/>Für das Bestehen eines Masterstudienganges ist eine praktische Tätigkeit von mindestens 8 Wochen nachzuweisen. Diese sollte den Regeln für die Fachpraxis genügen.</p> <p>Das Praktikum muss nach der Praktikumsrichtlinie des Praktikumsamts ACES durchgeführt werden, siehe hier: <a href="https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/">https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/</a></p> <p>Nach der Ableistung eines Praktikumsabschnitts sollten die Nachweise möglichst bald dem Praktikumsamt zur Anerkennung vorgelegt werden, damit eventuell nicht sachgemäße Nachweise noch ohne größere Mühe nachgebessert werden können.</p> <p>Für den Nachweis eines Abschnitts der praktischen Tätigkeit müssen für das Praktikumsamt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikumszeugnis</li> <li>• Tätigkeitsübersicht (Wochenübersicht): Es werden Tätigkeitsübersichten geführt. Diese werden stichpunktartig ausgefüllt. Für jeden Tag und jede Woche muss die Anzahl der Gesamtstunden angegeben werden.</li> <li>• Präsentationsfolien: Über die einzelnen Praktikumsabschnitte sollen die Studierenden ein Referat im Rahmen des Hauptseminars "Master Internship Seminar Electromobility-ACES/Berufspraktische Tätigkeit" halten. Hierzu ist eine Präsentation im Format MS Powerpoint im Umfang von mindestens 10 und höchstens 15 Folien anzufertigen, die ausgewählte Themen des Praktikums oder besondere Details (Arbeitsablauf, Methoden...) beschreibt und Skizzen enthalten soll. Es ist die Folienvorlage der Homepage zu verwenden. Näheres zum Ablauf des Vortrags und zu den erlaubten Hilfsmitteln wird den Studierenden bei Bekanntgabe des Termins mitgeteilt.</li> </ul> <p>online eingereicht werden. Muster hierzu finden sich auf der Studiengangshomepage.</p> <p>Bitte beachten Sie, dass die Präsentationsfolien und die Tätigkeitsübersichten (Wochenübersichten) von Ihnen unterschrieben und von der Firma freigegeben (auch hinsichtlich Vertraulichkeit), unterschrieben und gestempelt sein müssen!</p> <p>Die Praktikumsunterlagen sind online unter: <a href="https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/">https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/</a> einzureichen.</p> |



Die berufspraktische Tätigkeit kann in jedem Semester abgeleistet werden.

Die Leistung ist unbenotet.

Die Präsentationsfolien können in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden.

In order to pass the Master's degree program, a proof of an internship of at least 8 weeks must be provided according to the rules of engineering-related internship.

The internship must follow the "Internship regulation" of the Internship Office ACES, look here: <https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/>

After completing an internship section, the evidence should be submitted to the Internship Office for recognition as soon as possible so that any incorrect evidence can be corrected without too much effort.

The following documents must be submitted online for proof of a section of the practical activity to the Internship Office ACES:

- Internship certificate
- Activity overview (weekly overview): In addition, activity records must be given (see homepage for sample). These are filled out in bullet points. The total number of hours must be stated for each day and each week.
- Presentation slides: Students are required to give a presentation on the individual internship sections as part of the advanced seminar "Master Internship Seminar Electromobility-ACES". For this purpose, a presentation in MS PowerPoint format with a minimum of 10 and a maximum of 15 slides must be prepared, which describes selected topics of the internship or special details (work process, methods, etc.) and should contain sketches. The slide template on the homepage must be used. Students will be informed about the procedure for the presentation and the permitted aids when the presentation date is announced.

Samples can be found on the study program homepage.

Please note that the presentation slides and the activity overviews (weekly overviews) must be signed by you and approved by the company (also with regard to confidentiality), signed and stamped!

The internship documents must be submitted online at: <https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/>

The internship can be served in any semester.  
The internship report is not graded.

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | The presentation slides can be written in German or English.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 300 h<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt)              |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch oder Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <a href="https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/">https://www.aces.study.fau.eu/students/internship/</a> |

|   |                                 |   |                |
|---|---------------------------------|---|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>1999 | <b>Masterarbeit mit Hauptseminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222)</b><br>Master Thesis with Advanced Seminar (M.Sc. Elektromobilität-ACES 20222) | <b>30 ECTS</b> |
| 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 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Oliver Kreis   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>The module includes the writing of a scientific master's thesis in the field of International Production Engineering and Management.</p> <p>The master's thesis must be prepared in the subject area of one of the selected specialization or compulsory elective modules or, if applicable, International Elective Modules.</p> <p>In a consecutive course of study according to these examination regulations, the master's thesis should deal with a topic from other sub-areas than those of the bachelor's or project work.</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The master's thesis serves to prove the ability to independently work on scientific tasks in International Production Engineering and Management.</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• acquire the ability to pursue a scientific question from the field of International Production Engineering and Management over a longer period of time, to work on the relevant subject independently and within a specified period</li> <li>• develop independent ideas and concepts for solving scientific problems in the field of International Production Engineering and Management</li> <li>• deal with theories, terminologies, peculiarities, limits and doctrines in an in-depth and critical manner and reflect on them</li> <li>• are able to apply and develop suitable scientific methods largely independently - even in new and unfamiliar and interdisciplinary contexts - and to present the results in a scientifically appropriate form</li> <li>• can present subject-related content clearly and in a way that is appropriate to the target group in writing and orally and represent it with arguments</li> <li>• expand their planning and structuring ability in the implementation of a thematic project</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | The master's thesis can usually only be started when all other modules have been passed.  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Pflichtmodul Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | <p>schriftlich (6 Monate)<br/>Seminarleistung</p> <p>The requirements of the master's thesis (approx. 50-200 pages) must be such that it can be completed within six months with a processing time of approx. 900 hours.</p> <p>The master's thesis can be prepared abroad after individual coordination.</p> <p>Supervision is provided by the teacher responsible for the selected module and, if necessary, by the academic staff assigned by them.</p> <p>The master's thesis should be written in English. Another language can also be specified in consultation with the supervising teacher.</p> <p>In a consecutive course according to these examination regulations, the master's thesis should deal with a topic from other sub-areas than those of the bachelor thesis or the project thesis.</p> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | <p>schriftlich (90%)<br/>Seminarleistung (10%)</p>   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Wiederholung der Prüfungen</b>       | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.   |
| 14 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | <p>Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)</p> <p>Eigenstudium: 900 h</p>   |
| 15 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 16 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 17 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

# Major AI and autonomous driving

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92357 | <b>Entwurf von mobilen Sensorsystemen und Knoten</b><br>Design of mobile sensor systems and nodes   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Fabian Michler<br>Benedict Scheiner   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensortypen (low-power, resiliente Sensorsysteme)</li> <li>• Entwurfswerkzeuge (Simulationsprogramme (SPICE, Altium,...))</li> <li>• Layout</li> </ul> - EMV-Thematiken<br>- BauteilAuswahl, Substratauswahl, parasitäre Effekte <ul style="list-style-type: none"> <li>• HF-Schnittstelle zur Datenübertragung</li> <li>• Analoge Signalkonditionierung</li> <li>• AD-Umsetzung und Signalverarbeitung</li> <li>• Programmierbare Digitalssysteme (uC/FPGA)</li> <li>• Power-Management</li> <li>• Testumgebung (SCPI, Channel-Sounding)</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Wissen<br>Die Notwendigkeit verschiedener Sensorsysteme und wissen wie verschiedene Entwurfswerkzeuge anzuwenden sind.<br>Verstehen<br>Den Zusammenhang der einzelnen Systemkomponenten zueinander<br>Anwenden<br>Die Studierenden können mobile Sensorsysteme implementieren, erklären und einordnen.<br>Erschaffen<br>Studierende sind in der Lage anwendungsspezifische Sensorknoten zu planen und zu kreieren.   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>Mündliche Prüfung, 30min  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92390 | <b>Photonik 1</b><br>Photonics 1  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Es werden umfassend die technischen und physikalischen Grundlagen des Lasers behandelt. Der Laser als optische Strahlquelle stellt eines der wichtigsten Systeme im Bereich der optischen Technologien dar. Ausgehend vom Helium-Neon-Laser als Beispielsystem werden die einzelnen Elemente wie aktives Medium und Resonatoren eines Lasers sowie die ablaufenden physikalischen Vorgänge eingehend behandelt. Es folgt die Beschreibung von Laserstrahlen und ihrer Ausbreitung als Gauß-Strahlen sowie Methoden zur Beurteilung der Strahlqualität. Eine Übersicht über verschiedene Lasertypen wie Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser bietet einen Einblick in deren charakteristische Eigenschaften und Anwendungen. Vervollständigt wird die Vorlesung durch die grundlegende Beschreibung von Lichtwellenleitern, Faserverstärkern und halbleiterbasierten optoelektronischen Bauelementen wie Leuchtdioden und Photodioden.   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Grundlagen der Physik des Lasers darlegen.</li> <li>• verstehen Eigenschaften und Beschreibungsmethoden von laseraktiven Medien, der stimulierte Strahlungsübergänge, der Rategleichungen, von optischen Resonatoren und von Gauß-Strahlen.</li> <li>• können verschiedene Lasertypen aus dem Bereichen Gaslaser, Festkörperlaser und Halbleiterlaser erklären und vergleichen.</li> <li>• können grundlegende Eigenschaften von Lichtwellenleiter und Lichtwellenleiterbauelementen erklären und skizzieren.</li> <li>• verstehen Aufbau und Funktionsweise ausgewählter optoelektronischer Bauelemente.</li> <li>• können grundlegende Fragestellung der Lasertechnik eigenständig bearbeiten, um Laserstrahlquellen weiterzuentwickeln und Lasertechnik und Photonik in einer Vielzahl von Anwendungen in Bereichen wie Medizintechnik, Messtechnik, Übertragungstechnik, Materialbearbeitung oder Umwelttechnik einzusetzen.</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen werden Kenntnisse im Bereich: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentalphysik, Optik</li> <li>• Elektromagnetische Felder</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik</li> </ul>  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.</p> <p>Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.</p> <p>Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.</p> <p>Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.</p> <p>Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.</p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92430 | <b>Ereignisdiskrete Systeme</b>                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Ereignisdiskrete Systeme (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Thomas Moor                                 |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Thomas Moor  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Formale Sprachen als Modelle ereignisdiskreter Dynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• reguläre Ausdrücke, endliche Automaten, Nerode-Äquivalenz</li> <li>• natürliche Projektion, synchrone Komposition, Konfliktfreiheit.</li> </ul> <p>Entwurf ereignisdiskreter Regler:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sicherheitsspezifikation, Konfliktfreiheit</li> <li>• supremale steuerbare Teilsprache, Fixpunktiterationen</li> <li>• Normalität, Regelung unter eingeschränkter Beobachtbarkeit.</li> </ul> <p>Anwendungsstudie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung eines einfachen technischen Prozesses</li> <li>• Spezifikation/Entwurf/Simulation am Anwendungsbeispiel</li> </ul>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Teilnehmer dieser Veranstaltung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären, illustrieren und validieren die vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen,</li> <li>• entwickeln einfache Ergänzungen zu den vorgestellten Grundlagen formaler Sprachen,</li> <li>• erklären und illustrieren die vorgestellten Entwurfsverfahren,</li> <li>• überprüfen die vorgestellten Entwurfsverfahren hinsichtlich einzelner Lösungseigenschaften,</li> <li>• entwickeln ereignisdiskrete Modelle einfacher technischer Prozesse, einschließlich formaler Spezifikationen,</li> <li>• wählen im Kontext einfacher technischer Prozesse geeignete Entwurfsverfahren aus und wenden diese kritisch an,</li> <li>• bewerten ihre Regelkreise im Simulationsexperiment.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Es wird empfohlen, eines der folgenden Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A)</li> <li>• Einführung in die Regelungstechnik (ERT)</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Schriftliche Prüfung (Klausur, mit 90 Minuten Dauer).  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Cassandras, C.G., Lafortune, S.: Introduction to Discrete Event Systems, Kluwer, 1999 |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94961 | <b>Schätzverfahren in der Regelungstechnik</b><br>Estimation Methods for Control Systems | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Schätzverfahren in der Regelungstechnik (4 SWS)                     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Thomas Moor  |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Thomas Moor  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überbestimmte lineare Gleichungssysteme zur Parameter- und Zustandsschätzung</li> <li>• Least Squares Schätzer via quadratischer Ergänzung</li> <li>• Least Squares Schätzer via Projektionssatz</li> <li>• Linear Least Mean Squares Schätzer stochastischer Größen</li> <li>• Kalman-Filter</li> <li>• Extended Kalman-Filter</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen, ob und wie eine regelungstechnische Problemstellung in dem vorgestellten Rahmen der Schätzverfahren formuliert und gelöst werden kann</li> <li>• erläutern die herangezogenen mathematischen Grundlagen, insbesondere aus der linearen Algebra</li> <li>• können die vermittelten Ansätze im Kontext von einfachen Beispielen anwenden und die jeweils erzielten Ergebnisse kritisch bewerten.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Grundlagen der Analysis und Algebra, wie sie z.B. in den Veranstaltungen "Mathematik für Ingenieure" angeboten werden;<br/>Grundlagen der Regelungstechnik, z.B. durch Belegung der Module:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik A (Grundlagen)</li> <li>• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden)</li> </ul>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Kailath et al.; Linear Estimation, Prentice Hall, 2000.  |  |



|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96350 | <b>Photonik 2</b><br>Photonics 2                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Photonik 2 (2 SWS)<br>Übung: Photonik 2 Übung (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß<br>Jasper Freitag                |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Aufbauend auf "Photonik 1" werden fortgeschrittene Verfahren der Laser-Messtechnik, komplexe Laser-Systeme sowie deren technische Anwendungen besprochen.</p> <p>In einem ersten Themenkomplex werden Messverfahren für praktisch wichtige Laserkenngrößen wie z.B. Laserstrahlleistung, Polarisationszustand und Spektrum der Lichtwelle behandelt. Anschließend wird die räumliche und zeitliche Kohärenz eines Laserstrahls diskutiert. Dies ist die Grundlage für interferometrische Messverfahren zur Bestimmung von Lichtwellenlängen und hochaufgelösten optischen Spektren oder auch für mechanische Größen wie Weg und Winkelbeschleunigung.</p> <p>Rauschquellen in photonischen Systemen werden beschrieben und diskutiert. Wichtige Maßnahmen zur Reduktion von Rauschen in optischen Aufbauten werden vorgestellt.</p> <p>Optische Verstärker auf Glasfaserbasis, sog. Faserverstärker und darauf aufbauende Faserlaser werden in einem eigenen Kapitel vorgestellt. Faser-Bragg-Gitter als wichtige Bestandteile eines Faserlasers werden in Herstellung und Anwendung. U.a. in der Messtechnik diskutiert.</p> <p>Zeitlich dynamische Vorgänge im Laser, beschrieben durch die so genannten Rategleichungen und deren Lösung, werden ausführlich behandelt. Begriffe wie Spiking oder Relaxationsschwingungen und Verfahren wie Mode-Locking oder Q-Switching werden besprochen. Daraus wird die Funktion und die technische Anwendung von Lasern zur Erzeugung von energiereichen Lichtimpulsen bis hin zu sogenannten Femtosekundenlasern abgeleitet.</p> <p>Das Themengebiet der optischen Frequenzumsetzung wird mit einem Kapitel zur linearen und nichtlinearen Optik eingeleitet. Technische Anwendungen wie optische Frequenzverdoppelung, Erzeugung von UV-Licht durch Frequenzvervielfachung werden darauf aufbauend besprochen. Ein Kapitel zum Raman-Effekt und zur stimulierten Brillouin-Streuung sowie deren Anwendung schließt den Inhalt ab.</p> <p>Methoden und Systeme aus "Photonik 2" werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über Laser und den in den Inhalten beschriebenen photonischen Systemen und Methoden.</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die im Inhalt beschriebenen fortgeschrittenen Methoden der Photonik erklären und anwenden.</li> <li>• können technische und wissenschaftliche Anwendungen dieser photonischen Systeme diskutieren, beurteilen und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, derartige photonische Systeme zu konzipieren und zu entwickeln.</li> <li>• können eigenständige Ideen und Konzepte zur Lösung wissenschaftlicher und beruflicher Probleme der Photonik entwickeln.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik 1 oder vergleichbare Grundlagen der Photonik und Lasertechnik.</li> </ul>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Eichler, J., Eichler, H.J: Laser. Springer Verlag, Berlin 2006.</p> <p>Reider, G.A.: Photonik. 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2005.</p> <p>Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 1993.</p> <p>Demtröder, W: Laserspektroskopie. Springer Verlag, Berlin 2000.</p>  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96381 | <b>Bildgebende Radarsysteme</b><br>Imaging radar systems  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>In vielen sehr aktuellen Innovationsfeldern wie etwa im Bereich der Robotik / fahrerlose Systeme, der Kfz-Sensorik, der Sicherheitstechnik, der Fernerkundung und Umwelttechnik, der Medizin oder im Bereich "Internet der Dinge" spielen bildgebende Hochfrequenzsysteme eine zentrale Rolle. Bildgebende Hochfrequenzsysteme erfassen die Umwelt - was die Basis für jegliche autonome und flexible Entscheidungen ist - und sie können Erkenntnisse über visuell nicht zugängliche Strukturen gewinnen. Das Modul vermittelt vertiefte Kenntnisse im zuvor genannten Themengebiet. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprozesse, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und reflektieren. Im Vordergrund stehen bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen. Das Modul umfasst die folgenden Kapitel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Systemtheorie bildgebender Hochfrequenzsysteme</li> <li>• Radartechnik</li> <li>• Direkt abbildende Verfahren und Systeme</li> <li>• Synthetic Aperture Radar (SAR)</li> <li>• Polarimetrie</li> <li>• Radiometrische Bildgebung</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über bildgebende aktive und passive Radarverfahren basierend auf realen und synthetischen Aperturen und können diese gegenüberstellen, charakterisieren und aufgabenbezogen auswählen;</li> <li>• können die physikalischen Grundlagen, die Systemtheorie, Verfahren und Konzepte, Auswerteprozesse, Bildgebungsalgorithmen und Anwendungsmöglichkeiten moderner bildgebender Hochfrequenzsysteme erläutern, anwenden und diskutieren;</li> <li>• können die physikalischen Möglichkeiten und Grenzen bei der Erfassung und Erkennung von Strukturen / Objekten einschätzen und in der Praxis überprüfen;</li> <li>• sind in der Lage, Systemabschätzungen vorzunehmen und die Einsetzbarkeit von Radarsystemen in den Bereichen Diagnose / Subsurface Sensing, Nahbereichsabbildung und</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | Fernerkundung zu bewerten sowie eigene Systemkonzepte auszuarbeiten und zu gestalten.   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• Signale und Systeme</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | "Sensors for Ranging and Imaging", Graham Brooker, Scitech Publishing Inc. 2009.<br><br>"Radar mit realer und synthetischer Apertur", H. Klausing, W. Holpp, Oldenbourg 1999.<br><br>"Radar Handbook", Meril I. Skolnik, McGraw-Hill 2008.<br><br>"Introduction to Subsurface Imaging", Bahaa Saleh, Cambridge 2011.<br><br>"Microwave Radiometer Systems", Niels Skou, David Le Vine, 2nd ed., Artech House 2006.<br><br>"Digital Image Processing", Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Prentice Hall 2007. |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47685 | <b>Advanced machine learning for anomaly detection</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: Advanced Machine Learning for Anomaly Detection (2 SWS)<br>yes for intro sessions and the presentation sessions | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Johanna Müller  |               |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Bernhard Kainz  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Anomaly and out-of-distribution detection is becoming an important new paradigm in machine learning. We will discuss recent approaches in the area and critically analyse research papers.</p> <p>Syllabus This is a journal club style seminar about recent research results. Students will present different state-of-the-art anomaly detection approaches in various domains and are expected to join the weekly discussion round.</p> <p>Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following:<br/>Making Machine Learning more accurate Getting Machine Learning to the desired accuracy faster Making humans more accurate Making humans more efficient</p> <p>Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside student-led lectures delivered by guest lectures and flipped classroom sessions, where students explore a topic independently, which is then discussed in class. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (after discussion with course lead).</p> <p>Topics covered will include but are not limited to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• generative model</li> <li>• self-supervised methods</li> <li>• deep representation learning</li> <li>• self-organising systems</li> <li>• Active Learning Strategies</li> <li>• Uncertainty Sampling</li> <li>• Diversity Sampling</li> <li>• Annotating Data for Machine Learning</li> <li>• Who are the right people to annotate your data?</li> <li>• Quality control for data annotation</li> <li>• User interfaces for data annotation</li> <li>• Transfer Learning and Pre-Trained Models</li> <li>• What are Embeddings?</li> <li>• What is Transfer Learning?</li> <li>• Adaptive Learning</li> <li>• Machine-Learning for aiding human annotation</li> </ul> |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning</li> </ul>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>perform their own literature research on a given subject</li> <li>independently research this subject</li> <li>present and introduce the subject to their student peers</li> <li>give a scientific talk in English according to international conference standards</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | You should have very solid programming skills and have knowledge in machine learning, deep learning and computer vision methods.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <p>Seminarleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Presentation and Q&amp;A (20 min)</li> <li>1 Page protocol about experiments/code extensions</li> </ul>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Seminarleistung (100%)</p> <p>Seminarleistung (100%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>80% of grade: Presentation and Q&amp;A (20 min)</li> <li>20% of grade: 1 Page protocol about experiments/code extensions</li> </ul>   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 120 h</p>  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | <p>Deutsch</p> <p>Englisch</p>   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                   |  |                 |
|---|-----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>894856 | <b>Künstliche Intelligenz I</b><br>Artificial intelligence I | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: Übungen zu Künstliche Intelligenz I (2 SWS)           | -               |
| 3 | Lehrende                          | apl. Prof. Dr. Florian Rabe                                  |                 |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Michael Kohlhase   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere formale Wissensrepräsentation, Heuristische Suche, Automatisches Planen und Schliessen unter Unsicherheit.</p> <p>---</p> <p>This module covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular symbolic techniques based on search and inference.</p>   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen die über die modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen</li> </ul> <p>*Inhalt*:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agentenmodelle als Grundlage der Künstlichen Intelligenz</li> <li>- Logisches Programmieren in Prolog</li> <li>- Heuristische Suche als Methode zur Problemlösung</li> <li>- Zwei-Agenten-Suche (automatisierung von Brettspielen) mittels heuristischer Suche</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logische Sprachen für die Wissensrepräsentation</li> <li>- Inferenz and Automatisiertes Theorembeweisen (DPLL-Varianten und PL1)_</li> <li>- Classisches Planen</li> <li>- Planen und Agieren in der wirklichen Welt.</li> </ul> <p>---</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>- Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks).</li> <li>- Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>- Social Competences: Students work in small groups to solve an AI game-play challenge/competition (Kalah).</li> </ul> <p>Contents: Foundations of symbolic AI, in particular:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agent Models as foundation of AI</li> <li>- Logic Programming in Prolog</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Heuristic Search as a method for problem solving</li> <li>- Adversarial Search (automating board games) via heuristic search</li> <li>- Constraint Solving/Propagation</li> <li>- Logical Languages for knowledge representation</li> <li>- Inference and automated theorem proving</li> <li>- Classical Planning</li> <li>- Planning and Acting in the real world.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>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 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>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 aufge bessert werden.   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage). ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p>   |



|   |                                   |  |                 |
|---|-----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>532733 | <b>Künstliche Intelligenz II</b><br>Artificial intelligence II | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Artificial Intelligence II (4 SWS)                  | -               |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr. Michael Kohlhase                                     |                 |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Michael Kohlhase  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | Dieses Modul beschäftigt sich mit den Grundlagen der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere mit Techniken des Schließens unter Unsicherheit, des maschinellen Lernens und der Sprachverarbeitung. Das Modul baut auf dem Modul Künstliche Intelligenz I vom Wintersemester auf und führt dieses weiter.   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fach- Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wissen: Die Studierenden lernen grundlegende Repräsentationsformalismen und Algorithmen der Künstlichen Intelligenz kennen.</li> <li>- Anwenden: Die Konzepte werden an Beispielen aus der realen Welt angewandt (Übungsaufgaben).</li> <li>- Analyse: Die Studierenden lernen über die Modellierung in der Maschine menschliche Intelligenzleistungen besser einzuschätzen.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Die Studierenden arbeiten in Kleingruppen zusammen um kleine Projekte zu bewältigen.</li> </ul> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inferenz unter Unsicherheit</li> <li>• Bayessche Netzwerke</li> <li>• Rationale Entscheidungstheorie (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machinelles Lernen und Neuronale Netzwerke</li> <li>• Verarbeitung Natürlicher Sprache</li> </ul> <p>---</p> <p>This course covers the foundations of Artificial Intelligence (AI), in particular reasoning under uncertainty, machine learning and (if there is time) natural language understanding.</p> <p>This course builds on the course Artificial Intelligence I from the preceding winter semester and continues it.</p> <p>Learning Goals and Competencies</p> <p>Technical, Learning, and Method Competencies</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knowledge: The students learn foundational representations and algorithms in AI.</li> <li>• Application: The concepts learned are applied to examples from the real world (homeworks ).</li> <li>• Analysis: By modeling human cognitive abilities, students learn to assess and understand human intelligence better.</li> <li>• Social Competences: Students work in small groups to solve the and machine learning challenge/competition.</li> </ul> <p>Contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Inference under Uncertainty</li> <li>• Bayesian Networks</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rational Decision Theory (MDPs and POMDPs)</li> <li>• Machine Learning and Neural Networks</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Es werden 8-12 Übungsaufgaben gestellt, in denen Bonuspunkte gesammelt werden können. Für das Bestehen des Moduls muss nur die 90-minütige schriftliche Klausur bestanden werden.  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>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 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>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 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Die Vorlesung folgt weitgehend dem Buch</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> <p>Deutsche Ausgabe:</p> <p>Stuart Russell und Peter Norvig: Künstliche Intelligenz: Ein Moderner Ansatz. Pearson-Studium, 2004 (Übersetzung der 2. Auflage).</p> <p>ISBN: 978-3-8273-7089-1.</p> <p>Literature</p> <p>The course follows the following textbook: Stuart Russell and Peter Norvig: Artificial Intelligence: A Modern Approach. Prentice Hall, 3rd edition, 2009.</p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>23070 | <b>Biomedizinische Signalanalyse</b><br>Biomedical signal analysis  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Daniel Krauß  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Inhalt</b><br/>Im Rahmen der Vorlesung werden (a) die Grundlagen der Generation von wichtigen Biosignalen im menschlichen Körper, (b) die Messung von Biosignalen und (c) Methoden zur Analyse von Biosignalen erläutert und dargestellt.<br/>Behandelte Biosignale sind unter anderem Aktionspotential (AP), Elektrokardiogramm (EKG), Elektromyogramm (EMG), Elektroenzephalogramm (EEG), oder Mechanomyogramm (MMG). Bei der Messung liegt der Fokus beispielsweise auf der Messtechnik oder der korrekten Sensor- bzw. Elektrodenanbringung. Im größten Teil der Vorlesung, Analyse von Biosignalen, werden Konzepte zur Filterung für die Artefaktreduktion, der Wavelet Analyse, der Ereigniserkennung und der Wellenformanalyse behandelt. Zum Schluss wird einen Einblick in überwachte Verfahren der Mustererkennung gegeben.<br/>Für weitere Informationen, besuchen Sie bitte unseren zugehörigen StudOn Kurs.</p> <p><b>Content</b><br/>The lecture content explains and outlines (a) basics for the generation of important biosignals of the human body, (b) measurement of biosignals, and (c) methods for biosignals analysis.<br/>Considered biosignals are among others action potential (AP), electrocardiogram (ECG), electromyogram (EMG), electroencephalogram (EEG), or mechanomyogram (MMG). The focus during the measurement part is for example the measurement technology or the correct sensor and electrode placement. The main part of the lecture is the analysis part. In this part, concepts like filtering for artifact reduction, wavelet analysis, event detection or waveform analysis are covered. In the end, an insight into pattern recognition methods is obtained.<br/>For more information, please visit our associated StudOn course</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>Die Studierenden können nach erfolgreichem Abschluss des Kurses</b></p> <p><b>Fachkompetenz</b></p> <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Entstehung, Messung und Charakteristika der wichtigsten Biosignale des menschlichen Körpers wiedergeben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p>  |  |

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

#### **Anwenden**

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

#### **Analysieren**

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

#### **Evaluieren (Beurteilen)**

- Biosignale mit medizinischen Normalwerten vergleichen und im medizinischen Kontext evaluieren
- Klassifikationsergebnisse beurteilen
- die Bedeutung der Biosignalverarbeitung für die Medizintechnik diskutieren
- Probleme in Gruppen kooperativ und verantwortlich lösen und in der Übungsgruppe bzw. im Forum diskutieren

#### **After completion of the course, students are able to**

#### **Knowledge**

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

#### **Understanding**

- explain the causes of artifacts in biosignals
- explain relations between the generation of biosignals and the measured signal
- explain methods for the measurement of important biosignals
- explain filter operations for the reduction of artifacts

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain algorithms for the analysis of important biosignals (e.g. Pan Tompkins for EKG)</li> <li>• explain typical components and their importance in the signal analysis chain</li> <li>• explain the structure and functioning of systems for machine learning and pattern recognition</li> </ul> <p><b>Application</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• determine signal characteristics in the time and frequency domain</li> <li>• apply and implement algorithms for signal analysis in Python</li> <li>• implement filter operations for the reduction of artifacts in Python</li> <li>• estimate the result of filter operations</li> <li>• apply methods to interdisciplinary problems in medicine and medical engineering</li> </ul> <p><b>Analyze</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive filter characteristics from electric circuits</li> <li>• compare signal analysis algorithms</li> <li>• solve classification problems in Python</li> <li>• recognize typical artifacts in biosignals and propose solutions for their reduction</li> </ul> <p><b>Evaluation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• compare biosignals with medical norm values and evaluate them in a medical context</li> <li>• evaluate classification results</li> <li>• discuss the importance of biomedical signal analysis for medical engineering</li> <li>• solve and discuss problems in groups cooperatively in the group exercises and the online forum</li> </ul> |
| 7 | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p> | <p><b>Prerequisites</b></p> <p>The Biosig lectures and exercises do not have formal requirements. However, we expect you to have some knowledge about the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of Physiology and Anatomy (High-school level)</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Basic elements of electronic circuits (resistor, capacitor, inductor) and related equations</li> </ul> </li> <li>• Basic math: Integration, Differentiation, Limits</li> <li>•       <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fourier Transform (qualitative understanding)</li> <li>◦ Basic filter types</li> <li>◦ z-plane (qualitative understanding)</li> </ul> </li> </ul> <p>Furthermore, some knowledge in the following topics will be beneficial to easily understand the content of the lecture:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Advanced filter concepts</li> <li>• z-plane math / z-transform / pole-zero plots</li> </ul>   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Frequency domain math / detailed understanding of Fourier transform and its properties</li> <li>• Laplace transform</li> <li>• Basics of Python (for the exercises)</li> </ul> <p>If you want to refresh your knowledge on all the aforementioned topics, we recommend the following lectures and online resources: Note that some of them go beyond the requirements of this lecture for many topics!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Signals and Systems I</li> <li>• Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker</li> <li>• Video Series: Introduction to discrete Control (and further videos from this channel, as general introduction to filter and z-plane math)</li> <li>• A visual introduction to Fourier Transform</li> <li>• Udacity Python Course Course materials from the Stanford "Introduction to Scientific Python"</li> </ul> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | elektronische Prüfung<br>Electronic Exam (in presence), 90min.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | elektronische Prüfung (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis: A case-study approach. 1st ed., 2002, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> <li>• E.N. Bruce, Biomedical Signal Processing and Signal Modeling. 1st ed., 2001, New York, NY: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul>  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47613 | <b>Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data</b>                | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: Catching your eyes: AI-driven modeling and analysis of eye-tracking data (2 SWS) | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Dario Zanca  |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Dario Zanca  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Contents</p> <p>Seeing is a complex activity. Humans perform eye movements to actively seek for useful information, while regulating pupil size to control the amount of light to be captured. Eye-tracking can be used to record the eyes activity. It is a powerful tool to study human gaze behavior and it can be used to assess the health condition of individuals. The aim of this seminar is to become familiar with eye-tracking data and their use in different domains, from neuroscience and artificial intelligence (to understand and simulate human attention), to medicine and psychology (to identify eye-tracking based biomarkers). Different methods will be introduced and compared. Students will study on state-of-the-art papers and present the details of the chosen topic described in the papers. Alternatively, the student may work on experimental task and present the result of applying state of the art methods.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After completing the module, students will be able to describe an eye-tracking experimental setup and how to work with eye-tracking data.</p> <p>be able to explain the common eye-tracking data analysis techniques.</p> <p>be able to explain the state-of-the-art saliency and scanpath models to predict human visual attention.</p>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>No prerequisites for this course.</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <p>The evaluation includes three presentations of around 10 minutes each, on three different scientific papers. In addition, a cumulative report of approximately 10 pages.</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Seminarleistung (100%)</p> <p>50% presentations</p> <p>50% written report</p>   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 45 h</p>   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Itti, L., Koch, C., &amp; Niebur, E. (1998). A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis. <i>IEEE Transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 20(11), 1254-1259.</p> <p>Borji, A., &amp; Itti, L. (2012). State-of-the-art in visual attention modeling. <i>IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 35(1), 185-207.</p> <p>Judd, T., Ehinger, K., Durand, F., &amp; Torralba, A. (2009, September). Learning to predict where humans look. In <i>2009 IEEE 12th international conference on computer vision</i> (pp. 2106-2113). IEEE.</p> <p>Zanca, D., &amp; Gori, M. (2017, December). Variational laws of visual attention for dynamic scenes. In <i>Proceedings of the 31st International Conference on Neural Information Processing Systems</i> (pp. 3826-3835).</p> <p>Zanca, D., Melacci, S., &amp; Gori, M. (2019). Gravitational laws of focus of attention. <i>IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence</i>, 42(12), 2983-2995.</p> <p>Zanca, D., Gori, M., Melacci, S., &amp; Rufa, A. (2020). Gravitational models explain shifts on human visual attention. <i>Scientific Reports</i>, 10(1), 1-9.</p> <p>Bellet, M. E., Bellet, J., Nienborg, H., Hafed, Z. M., &amp; Berens, P. (2019). Human-level saccade detection performance using deep neural networks. <i>Journal of neurophysiology</i>, 121(2), 646-661.</p> <p>Piu, P., Serchi, V., Rosini, F., &amp; Rufa, A. (2019). A cross-recurrence analysis of the pupil size fluctuations in steady scotopic conditions. <i>Frontiers in neuroscience</i>, 13, 407.</p> <p>Zénon, A. (2017). Time-domain analysis for extracting fast-paced pupil responses. <i>Scientific reports</i>, 7(1), 1-10.</p> <p>Bargagli, A., Fontanelli, E., Zanca, D., Castelli, I., Rosini, F., Maddii, S., ... &amp; Rufa, A. (2020). Neurophthalmologic and Orthoptic Ambulatory Assessments Reveal Ocular and Visual Changes in Patients With Early Alzheimer and Parkinson's Disease. <i>Frontiers in Neurology</i>, 11.</p> |



|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47614 | <b>Green AI - AI for sustainability and sustainability of AI</b> | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: GREENAI (2 SWS)                                    | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Eva Dorschky                         |               |

|   |  |   |
|---|--|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Eva Dorschky<br>Prof. Dr. Björn Eskofier  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Can we use AI to combat global climate change? How can advances in machine learning and data science help to monitor climate crises and to conserve nature? What is the role of AI in reducing greenhouse gas emissions in the manufacturing industries, transportation infrastructure, agriculture, and power sector?</p> <p>In this module, we will develop and discuss future perspectives of AI for sustainability, considering the sustainability of AI itself. Current advances in machine learning, particularly deep learning, are enabling new applications but are accompanied by an exponential increase in computational cost and thus significant carbon emissions (Schwartz et al., 2020; Vinuesa et al., 2020). In this seminar, we will learn about important aspects of improving the sustainability of machine learning algorithms.</p> <p>This seminar offers a different perspective on machine learning as taught in other courses, namely its role in global climate change. This aspect is becoming increasingly important in research, but also in industry. Therefore, this seminar provides the following items:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to "Green AI" versus "Red AI"</li> <li>• Guests talks on related research topics</li> <li>• Group discussions on future prospects of AI, specifically machine learning</li> <li>• Best practices for literature review and scientific presentations</li> <li>• Literature review on Green AI in certain areas in groups</li> <li>• Scientific talk of each student on one specific topic</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students will analyze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• the opportunities that AI offers to combat global climate change</li> <li>• the negative impact of AI on global climate change</li> <li>• current research topics in the field of "Green AI"</li> </ul> <p>Students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss and work in a group</li> <li>• perform and write a literature review</li> <li>• give a scientific presentation</li> </ul>  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge in machine learning is required to take part in the seminar. Students are expected to have completed one or more basic courses, such as PR, PA, IntroPR, DL, MTLS, or equivalent.   |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | <p>Seminarleistung</p> <p>Die Prüfung besteht aus einer schriftlichen Gruppenarbeit (4 Seiten) und einer individuellen Präsentation (15 Minuten + 5 Minuten Diskussion).</p> <p>The examination consists of a written group paper (4 pages) and an individual presentation (15 minutes + 5 minutes discussion).</p> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | <p>Seminarleistung (100%)</p> <p>Die Note ergibt sich aus der Bewertung der schriftlichen Arbeit (40%) und der Präsentation (60%).</p> <p>The grade results from the evaluation of the written paper (40%) and the presentation (60%).</p>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Schwartz, Roy et al. (2020). "Green ai. In: Communications of the ACM 63.12, pp. 54 63.</p> <p>Vinuesa, Ricardo et al. (2020). "The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. In: Nature communications 11.1, pp. 110.</p>   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93113 | <b>Seminar Humans in the Loop: The Design of Interactive AI Systems</b><br>Seminar: Humans in the loop: The design of interactive AI systems  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Bernhard Kainz  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>This is a joint seminar between Prof. Kainz (FAU Erlangen-Nuremberg) and Prof. Ledig (University of Bamberg). The seminar will take place at Bamberg Campus and FAU Campus.</p> <p>Initial topic selection and pitch presentation will take place in Bamberg. Final topic presentations will take place in Erlangen.</p> <p>Human-in-the-Loop Machine Learning describes processes in which humans and Machine Learning algorithms interact to solve one or more of the following:<br/>     Making Machine Learning more accurate<br/>     Getting Machine Learning to the desired accuracy faster<br/>     Making humans more accurate<br/>     Making humans more efficient</p> <p>Aim of this seminar is to give students insights about state-of-the-art Active Learning and interactive data analysis methods. Students will work independently on specific topics including implementation and analytical components alongside lectures delivered by the course lead, guest lectures and flipped classroom sessions, where students explore a topic independently, which is then discussed in class. Several potential topics will be provided but students are also encouraged to propose their own topics (after discussion with course lead).<br/>     Topics covered will include but are not limited to:<br/>     Introduction to Human-in-the-Loop Machine Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Active Learning Strategies:</li> <li>• Uncertainty Sampling</li> <li>• Diversity Sampling</li> <li>• Other Strategies</li> </ul> <p>Annotating Data for Machine Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Who are the right people to annotate your data?</li> <li>• Quality control for data annotation</li> <li>• User interfaces for data annotation</li> </ul> <p>Transfer Learning and Pre-Trained Models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• What are Embeddings?</li> <li>• What is Transfer Learning?</li> </ul> <p>Adaptive Learning</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine-Learning for aiding human annotation</li> </ul> |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Advanced Human-in-the-Loop Machine Learning</li> </ul>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>You will learn about the potential as well as current challenges when building and translating AI systems into real world applications. The focus of the seminar will be biased towards approaches based on computer vision algorithms and medical image processing. Specifically, you will learn about the state of the art in the context of selected applications. You will also get the opportunity to learn about negative examples of AI systems that failed to deliver on promises, regulatory constraints, patient privacy and data management. The seminar will allow you, based on your interest, to focus on a wide spectrum of aspects ranging from recently published technical solutions to the state of affairs on the policy level.</p> <p>Learning objectives are:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>In-depth knowledge of human-in-the-loop machine learning, including deeper insight into current research.</li> <li>A capability to work independently on application-driven projects.</li> <li>To use a holistic view to critically, independently and creatively identify, formulate and deal with complex issues.</li> <li>To follow a scientific approach, formulating hypotheses, validation through experimentation and statistical analysis.</li> <li>To plan and use adequate methods to conduct qualified tasks in given frameworks and to evaluate this work.</li> <li>To create, analyse and critically evaluate different technical/ architectural solutions.</li> <li>To integrate knowledge critically and systematically.</li> <li>To clearly present and discuss the conclusions as well as the knowledge and arguments that</li> <li>form the basis for these findings in written and spoken English.</li> <li>A consciousness of the ethical aspects of research and development work.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Prerequisites recommended:</p> <p>Deep Learning ML Prof. Dr. Andreas Maier 2+2 5 x E</p> <p>Pattern Recognition ML Prof. Dr. Andreas Maier 3+1+2 5 x E</p> <p>Maschinelles Lernen für Zeitreihen ML Prof. Eskofier, Prof. Oliver Amft, Dr. Ch. Mutschler 2+2+2 7.5 x E</p>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <p>We will meet in the beginning of the semester to discuss possible work areas and assign concrete topics to each participant. Participants will be</p>  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | <p>provided pointers to literature, and then be expected to independently familiarize themselves with the assigned topic. Participants will then:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• present an initial 3-minute pitch about their topic early during the term after topic selection</li> <li>• present your topic as a 20-minute presentation at the end of the term</li> <li>• submit a written report of approximately 8-10 pages.</li> </ul> <p>The seminar will be held in English including presentations and the written report. The long presentations will be conducted as a block seminar towards the end of the semester. The weekly hours mentioned in the module description are an optional time slot to get support, guidance and feedback on the participants' topics (as required).</p> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>A specific reading list will be established at the beginning of each term, general literature is listed below:</p> <p>Quinn J, McEachen J, Fullan M, Gardner M, Drummy M. Dive into deep learning: Tools for engagement. Corwin Press; 2019 Jul 15. <a href="https://d2l.ai/">https://d2l.ai/</a></p> <p>Goodfellow I, Bengio Y, Courville A, Bengio Y. Deep learning. Cambridge: MIT press; 2016 Nov 18. <a href="https://www.deeplearningbook.org/">https://www.deeplearningbook.org/</a></p> <p>Budd S, Robinson EC, Kainz B. A survey on active learning and human-in-the-loop deep learning for medical image analysis. arXiv preprint arXiv:1910.02923. 2019 Oct 7. <a href="https://arxiv.org/abs/1910.02923">https://arxiv.org/abs/1910.02923</a></p>   |

|   |                                  |  |                |
|---|----------------------------------|--|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93112 | <b>Project Representation Learning</b><br>Project: Representation learning                   | <b>10 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Projekt: Project Representation Learning (8 SWS)<br>yes for final presentations and meetings | 10 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Mischa Dombrowski  |                |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Bernhard Kainz  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>At the Image Data Exploration and Analysis Lab we offer project topics that are connected to our current research in the fields of medical image processing, machine learning, human-in-the-loop computing, and computer vision. Other than a course with fixed topic, project topics are defined individually.</p> <p>The 10 ECTS project is directed towards students of computer science and medical engineering.</p> <p>Please have a look at our website for an overview. <a href="https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/">https://www.idea.tf.fau.eu/teaching/open-projects/</a></p> <p>Different projects in the area of (deep) representation learning are on offer. These reach from theoretical exploration of new data representation methods to practical evaluation of applications in, e.g., medical image analysis. Further example projects will be made available on the website of the Image Data Exploration and Analysis Lab. Students may also propose their own projects, which will be coordinated and refined with the module lead during preliminary discussions.</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students work their way into complex software systems and expand them learn to develop and implement solutions independently document the software they have written.</p> <p>We'll start with a project definition phase, followed by literature research, idea outline and implementation phase. Final results will be presented in a mini-symposium and further explained in a short 10-page scientific report.</p> <p><b>Module aims</b></p> <p>In this module you will have the opportunity to demonstrate independence and originality, to plan and organise a large project over a long period, and to put into practice the knowledge, skills and research methods that you have learnt throughout the course.</p> <p><b>Learning outcomes</b></p> <p>Upon successful completion of this module, you will have demonstrated your ability to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- apply previously taught knowledge and skills to a substantial problem in Computing or Data Science, as an individual</li> <li>- conduct an independent investigation and apply cutting-edge research, methods and thinking appropriate to the problem</li> <li>- present complex technical material orally to a mixed audience</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>- exercise scientific writing skills by way of a substantial written report, summarising your findings</p> <p><b>Module syllabus</b><br/> There will be a small number of supporting meetings that will</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. describe the structure of the project, including expectations, milestones and deliverables,</li> <li>2. give guidance on writing and presentation skills targeted specifically at individual projects,</li> <li>3. explain the assessment procedures.</li> </ol> <p>The rest of the project involves an independent investigation under the supervision of an academic advisor.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | You should have very solid programming skills and have knowledge in machine learning, deep learning and computer vision methods.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>The deliverables include a written report (10 pages) and a presentation (20 minutes)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>The grade consists of the written report (80%) and the presentation (20%).  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 240 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93185 | <b>Reinforcement Learning</b><br>Reinforcement learning | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Reinforcement Learning (4 SWS)     | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Christopher Mutschler                          |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Christopher Mutschler  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>The lecture aims at teachin Reinforcement Learning (RL) and will cover the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Reinforcement Learning (Agent-Environment-Interface, Markov Decision Processes)</li> <li>• Dynamic Programming (Bellman Equations, Value Iteration, Policy Iteration)</li> <li>• Model-Free Prediction</li> <li>• Model-Free Control</li> <li>• Value Function Approximation (Linear VFA and DQNs)</li> <li>• Policy-based Reinforcement Learning (Monte-Carlo Policy Gradient, Advantage Estimators, TRPO, PPO)</li> <li>• Model-based RL</li> <li>• Offline RL</li> <li>• Explainable RL</li> <li>• Exploration-Exploitation</li> <li>• Simulation to Reality Transfer</li> <li>• Research frontiers &amp; hot topics, Sim2Real &amp; Real-World Applications</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students will learn to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the basic principle behind sequestration decision making problems and how to translate them into a formal model</li> <li>• compare and analyze methods different agents to search for policies</li> <li>• implement the presented methods in PyTorch,</li> <li>• discuss the social impact of applications that automate decision making</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Es handelt sich hier um eine Spezialisierungsvorlesung, eine erfolgreiche Absolvierung der Vorlesungen "IntroPR" und/oder "Pattern Recognition"/"Pattern Analysis" wird empfohlen. Konzepte, die in "IntroPR" vermittelt werden, werden hier als Grundwissen vorausgesetzt.</p>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel (90 Minuten)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The examination will include a written exam of 90 minutes at the end of the semester</li> <li>• The exam will cover the content of the lecture as well as that of the exercises (the exam will hence contain a mixture of theoretical questions and practical coding tasks)</li> </ul>  |  |



|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | Please note that the exam will only take place in summer terms.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)<br>Written Exam (100 %)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester<br>The lecture and exam will only be able during summer terms.   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2018. Reinforcement Learning: An Introduction. A Bradford Book, Cambridge, MA, USA.</li> <li>• Bellman, R.E. 1957. Dynamic Programming. Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003: Dover, ISBN 0-486-42809-5.</li> <li>• Csaba Szepesvari and Ronald Brachman and Thomas Dietterich. 2010. Algorithms for Reinforcement Learning. Morgan and Claypool Publishers.</li> <li>• Warren B. Powell. 2011. Approximate Dynamic Programming. Wiley.</li> <li>• Maxim Lapan. 2020. Deep Reinforcement Learning Hands-On: Apply modern RL methods to practical problems of chatbots, robotics, discrete optimization, web automation, and more, 2nd Edition. Packt Publishing.</li> <li>• Dimitri P. Bertsekas. 2017. Dynamic Programming and Optimal Control. Athena Scientific.</li> <li>• Miguel Morales. 2020. grokking Deep Reinforcement Learning. Manning.</li> <li>• Laura Graesser and Keng Wah Loon. 2019. Foundations of Deep Reinforcement Learning: Theory and Practice in Python. Addison-Wesley Data &amp; Analytics.</li> </ul> |

|   |                                   |   |               |
|---|-----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>349413 | <b>Seminar Sprachtechnologie für Sprachpathologien</b><br>Speech technologies for speech pathologies  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                          | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Seung Hee Yang   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | This seminar deals with how the diagnosis and therapy of different speech pathologies can be supported by speech technology. The participants should present selected speech, speech and voice disorders in a lecture and demonstrate corresponding technologies in the field of pattern recognition and speech processing.  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Literaturrecherche.</li> <li>• arbeiten sich selbstständig anhand der gefundenen Literatur in die Thematik der automatischen Analyse von Sprach-, Sprech- und Stimmstörungen ein.</li> <li>• wählen einen Schwerpunkt und bereiten diesen im Rahmen einer Präsentation so auf, dass er für andere Teilnehmer des Seminars verständlich ist.</li> <li>• lernen die Anforderungen an einen wissenschaftlichen Vortrag auf einer internationalen Konferenz kennen.</li> <li>• halten einen Vortrag in der international üblichen Fachsprache Englisch (davon ausgenommen sind Studierende aus dem Ausland, die in Deutschland studieren, um Deutsch zu lernen)</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Die Seminarleistung setzt sich zusammen aus der Bewertung einer schriftlichen Ausarbeitung in Form der Folien des Vortrags (30% der Note) und einem Vortrag (70% der Note)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | Unregelmäßig   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |  |



|   |                                   |   |                      |
|---|-----------------------------------|---|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>172338 | <b>Security in Embedded Hardware</b><br>Security in embedded hardware     | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: UE-SEH (2 SWS)<br>Vorlesung: Security in Embedded Hardware (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Paul Krüger<br>Dr.-Ing. Stefan Wildermann                                 |                      |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Joachim Falk<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Der Schutz eingebetteter Systeme gegenüber Angriffe Dritter auf gespeicherte Daten und Implementierungen, stellt eine immer wichtigere, jedoch auch durch zunehmende Vernetzung herausfordernde Aufgabe dar. Der Schutz der eingebetteten Systeme gegenüber bekannten als auch neueren ausgeklügelten Angriffsmöglichkeiten ist Gegenstand dieser Vorlesung. Es wird gezeigt, welche Angriffe existieren, welche Gegenmaßnahmen man ergreifen kann und wie man sichere eingebettete Systeme entwirft.</p> <p>Einleitung und Motivation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist Security?</li> <li>• Die Bedeutung von Security für zuverlässige Systeme</li> <li>• Klassifikation von Angriffen</li> <li>• Entwurf eingebetteter Systeme</li> </ul> <p>Angriffsszenarien</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beispiele von Angriffsszenarien</li> <li>• Kryptographischer Algorithmen als Ziel von Angriffen</li> </ul> <p>Angriffe durch Einschleusen von Code (Code Injection Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welche Arten von Code Injection-Angriffe gibt es?</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Invasive physikalische Angriffe (Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Microprobing</li> <li>• Reverse Engineering</li> <li>• Differential Fault Analysis</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive softwarebasierte Angriffe (Non-Invasive Logical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlangen von nicht autorisiertem Zugriff</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> <p>Nichtinvasive physikalische Angriffe (Non-Invasive Physical Attacks)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abhören</li> <li>• Seitenkanalangriffe</li> <li>• Gegenmaßnahmen</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden legen die entsprechenden Gegenmaßnahmen dar</li> <li>• Die Studierenden nennen verschiedene Sicherheitseinrichtungen und -maßnahmen in eingebetteten Systemen</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p>   |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden zeigen den Einfluss von Angriffen und deren Gegenmaßnahmen auf die Verlässlichkeit eines eingebetteten Systems auf</li> <li>Die Studierenden zeigen den zusätzlichen Aufwand (Fläche, Rechenzeit) von Sicherheitseinrichtungen auf</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden klassifizieren verschiedene Angriffstypen auf eingebettete Systeme</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erarbeiten kooperativ in Gruppen Lösungskonzepte und implementieren diese gemeinsam</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Catherine H. Gebotys Security in Embedded Devices. Springer 2010.</li> <li>Benoit Badrignans et al. Security Trends for FPGAs. Springer 2011.</li> <li>Daniel Ziener Techniques for Increasing Security and Reliability of IP Cores Embedded in FPGA and ASIC Designs. Dr. Hut 2010.</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/security-in-embedded-hardware">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/security-in-embedded-hardware</a></p> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>44455 | <b>Speech and Language Processing</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Speech and Language Understanding (2 SWS)<br>Übung: Speech and Language Understanding Exercises (0 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Alexander Barnhill<br>Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier<br>Abner Hernandez  |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Nach Behandlung der grundlegenden Mechanismen menschlicher Spracherzeugung und Sprachwahrnehmung gibt die Vorlesung eine detaillierte Einführung in (vornehmlich) statistisch orientierte Methoden der maschinellen Erkennung gesprochener Sprache. Schwerpunktthemen sind Merkmalgewinnung, Vektorquantisierung, akustische Sprachmodellierung mit Hilfe von Markovmodellen, linguistische Sprachmodellierung mit Hilfe stochastischer Grammatiken, prosodische Information sowie Suchalgorithmen zur Beschleunigung des Dekodiervorgangs.</p> <p>After focussing on of the basic mechanisms of human speech generation and speech perception the lecture gives a detailed introduction to (mainly) statistically oriented methods of automatic recognition of spoken language.</p> <p>Main topics are feature extraction, vector quantization, acoustic speech modeling with the help of Markov models, linguistic speech modeling with the help of stochastic grammars, prosodic information as well as search algorithms to speed up the decoding process.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Grundlagen der menschlichen Sprachproduktion und die akustischen Eigenschaften unterschiedlicher Phonemklassen</li> <li>• erklären den allgemeinen Aufbau eines Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung in Bezug auf Sprachsignale</li> <li>• verstehen die Fourier-Transformation und mathematische Modelle der Sprachproduktion</li> <li>• verstehen harte und weiche Vektorquantisierungsmethoden</li> <li>• verstehen unüberwachtes Lernen (EM-Algorithmus)</li> <li>• verstehen Hidden Markov-Modelle (HMMs)</li> <li>• erklären stochastische Sprachmodelle</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the principles of human speech production and acoustic properties of the different phoneme classes</li> <li>• explain the general pipeline of a pattern recognition system</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization w.r.t. speech signals</li> <li>• understand Fourier transformation and mathematical models of speech production</li> <li>• understand hard and soft vector quantization methods</li> <li>• understand unsupervised learning (EM-algorithm)</li> <li>• understand Hidden Markov Models (HMMs)</li> <li>• explain stochastic language models</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Niemann H.: Klassifikation von Mustern; Springer, Berlin 1983</li> <li>• Niemann H.: Pattern Analysis and Understanding; Springer, Berlin 1990</li> <li>• Schukat-Talamazzini E.G.: Automatische Spracherkennung; Vieweg, Wiesbaden 1995</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Rabiner L.R., Juang B.H.: Fundamentals of Speech Recognition; Prentice Hall, New Jersey 1993</li> </ul> </li> </ul>  |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>773774 | <b>Eingebettete Systeme (Vorlesung mit erweiterten Übungen)</b><br>Embedded systems   | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Joachim Falk<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul, Eingebettete Systeme mit erweiterter Übung, thematisiert den Entwurf und die Implementierung eingebetteter Systeme unter Einsatz formaler Methoden und rechnergestützter Entwurfsverfahren. Unter eingebetteten Systemen versteht man Rechensysteme, die auf einen Anwendungsbereich zugeschnitten (z.B. mobile Kommunikationsgeräte, Chipkartensysteme, Industriesteuerungen, Unterhaltungselektronik, Medizintechnik) und in einen technischen Kontext eingebunden sind. Das große Interesse am systematischen Entwurf von heterogenen eingebetteten Systemen ist verursacht durch die steigende Vielfalt und Komplexität von Anwendungen für eingebettete Systeme, die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken sowie durch Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Methoden).</p> <p><i>The focus of this module is the design and implementation of embedded systems using formal methods and computer-aided design techniques. Embedded systems are computing systems tailored for a particular application (e.g., mobile communication devices, smart card systems, industrial control, consumer electronics, medical technology) and integrated into a technical context. The keen interest in the systematic design of heterogeneous embedded systems is driven by the increasing diversity and complexity of embedded system applications, the need to reduce design and test costs, and advances in key technologies (microelectronics, formal methods).</i></p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden setzen sich mit einem aktuellen Forschungsgebiet auseinander. The students deal with a current field of research.</li> <li>In den erweiterten Übungen lernen die Studierenden aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls kennen. In the extended exercises, the students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis on-site at the chair's computer workstations.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p>   |



|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen grundlegende Konzepte des Entwurfs eingebetteter Systeme. The students become familiar with the fundamental concepts of designing of embedded systems.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an zur Analyse und Optimierung von Hardware-Architekturen und Echtzeit-Softwaresystemen. The students apply basic algorithms to analyze and optimize hardware architectures and real-time software systems.</li> <li>• Die Studierenden erfassen den Hardware/Software-Entwurf von Systemen mit harten Beschränkungen. The students understand the hardware/software design of hard-constrained systems.</li> <li>• Die Studierenden wenden aktuelle Entwurfswerkzeuge, die auf den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls installiert sind, an, um damit die Aufgaben der erweiterten Übungen unter Anleitung zu lösen. The students apply current design tools installed on the chair's computer workstations to solve the tasks of the extended exercises with the help of instructions.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Architektursynthese (Hardware) und Softwaresynthese kennen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen. The students learn about current design tools for architecture synthesis (hardware) and software synthesis by processing the extended exercises in groups cooperatively.</li> </ul> |
| 7 | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p> | <p>Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl der Module „Eingebettete Systeme“ und „Eingebettete Systeme (Vorlesung mit Übungen)“ aus.<br/> <i>Selecting this module excludes the selection of the modules “Embedded Systems” and “Embedded Systems (Lecture with Exercises)”.</i></p> <p>Organisatorisches:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Vorlesung erfolgt in deutscher Sprache. Zusätzlich stehen Folien und Vorlesungsaufzeichnungen in englischer Sprache zur Verfügung.</li> <li>• Die Übungen werden sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch angeboten.</li> <li>• Studierende können die Prüfung wahlweise auf Deutsch oder Englisch ablegen.</li> </ul> <p>Organizational:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The lecture is given in German. Slides and lecture recordings are also provided in English.</li> <li>• German as well as English exercises are offered.</li> <li>• Students can choose between taking the exam either in German or English.</li> </ul>  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)<br/> Klausur (90 min) und erfolgreiche Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls).</p> <p><i>Written exam (90 min) and successful completion of all exercises in the extended exercises (mandatory, on site at the computer workstations of the chair).</i></p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Klausur (100%)<br/> Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.</p> <p><i>The grade of the module is the grade of the exam.</i></p>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p><b>Empfohlenes Buch zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/eingebettete-systeme/</a></p> |

# Major Connectivity

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43460 | <b>Satellitenkommunikation</b><br>Satellite communication                                  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung Satellitenkommunikation (2 SWS)<br>Vorlesung: Satellitenkommunikation (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Marcelo Michael<br>Dr. Christian Rohde   |               |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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 Dienstvielfalt 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.</p> <p>Gliederung der Vorlesung:</p> <p><b>1. Einführung:</b><br/>Überblick über die Hauptkomponenten, Satelliten, Anwendungen und Dienste, sowie Orbits, Aufgaben und Frequenzen der Satellitennetze</p> <p><b>2. Historie der Satellitenkommunikation:</b><br/>Wichtige Meilensteine, Entwicklung in Europa und Deutschland</p> <p><b>3. Orbits und Konstellationen:</b></p> |

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 des 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.

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
|   |                                  | <p>This includes methods for efficient source coding, channel coding and modulation, channel access and diversity schemes.</p> <p>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).</p> <p>The physical, electro-technical and communications concepts and schemes shown in the lectures are complemented by tutorials with sample calculations.</p> <p>Table of contents:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Introduction:</b> Overview of main components, satellites, applications and services, orbits, tasks, frequencies, satellite networks</li> <li><b>2. History of satellite communications:</b> Major milestones, development in Europe and Germany</li> <li><b>3. Orbits and constellations:</b> Kepler's laws, description of orbits, orbits used, ground tracks, achievable coverage</li> <li><b>4. Launcher systems:</b> Launch vehicles, providers, payload capabilities, launch sites, launch history</li> <li><b>5. Satellite structure:</b> Selection of current satellite platforms, satellite structure, platform components, assembly steps and tests</li> <li><b>6. Payload:</b> Components, structure and tasks of payload, transponder architecture, antennas</li> <li><b>7. Signal propagation and link budget:</b> Signal propagation, free space losses, signal attenuation, noise, signal to noise ratio, link budget</li> <li><b>8. Space environment:</b> Space environmental conditions, influences on the satellites and payload electronics</li> <li><b>9. Source coding:</b> Audio, image and video compression - the satellite TV broadcasting content</li> <li><b>10. Signal modulation and channel coding:</b> Signal constellations, modulation and error correction coding</li> <li><b>11. Diversity and access schemes:</b> Medium access, duplex methods, multiplex methods, diversity techniques</li> <li><b>12. Modern satellite communications systems:</b> Broadcasting systems like Sirius XM Satellite Radio, satellite cellular broadband communication</li> <li><b>13. Latest topics in research and development</b></li> </ol> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden bekommen einen guten Überblick über alle Aspekte der Satellitenkommunikation inklusive Historie.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können die Herausforderungen der Weltraumumgebung sowie Vor- und Nachteile verschiedener Orbits einschätzen und wichtige Kenngröße berechnen</li> </ul>  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen die Signalverarbeitungsschritte im Sender, Satelliten und Empfänger kennen - von der Audio/Video-Quelle über Link-Budget-Berechnungen bis zur Datensenke.</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine formalen Voraussetzungen   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich (90 Minuten)<br>Klausur, 90min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skriptum zur Lehrveranstaltung   |

|   |                                   |  |                      |
|---|-----------------------------------|--|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>716033 | <b>Fahrzeugkommunikation (Vorlesung mit Übung)</b><br>Lecture and tutorial: Automotive communication | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Fahrzeugkommunikation (2 SWS)<br>Übung: ÜFzK (2 SWS)                                      | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher<br>Jonathan Fellerer  |                      |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Kai-Steffen Hielscher  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt "Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet.</p> <p>Die Vorlesung "Fahrzeugkommunikation" [FzK] ist in zwei Blöcke gegliedert: Zunächst führt die Vorlesung in die fahrzeuginterne Vernetzung ein, behandelt Vernetzungsarchitekturen, Bussysteme und Steuergeräte, Fahrerassistenzfunktionen, Multimedia und Systemarchitekturen. Den Abschluss bilden Betrachtungen zu Security und Safety in der fahrzeuginternen Vernetzung. Als zweiten Block gibt die Vorlesung einen Überblick über Themen der externen Kommunikation von und mit Fahrzeugen, behandelt Systemarchitekturen zur Vernetzung von Fahrzeugen untereinander und mit Infrastruktur, Medienzugriffsverfahren verbreiteter Lösungen, Protokolle von Verkehrsinformationssystemen. Sie schließt wiederum mit Betrachtungen zu Safety und Security - erweitert um die in diesem Themengebiet besonders relevanten Fragestellungen rund um die Wahrung der Privatsphäre von Nutzern.</p> <p>Die Vorlesung wird für einen Abschluss mit Studienschwerpunkt "Informatik in der Fahrzeugtechnik" anerkannt. Sie setzt Grundkenntnisse in Rechnerkommunikation voraus und richtet sich so schwerpunktmäßig an Studierende aus Informatik, IuK und CE ab dem 5. Semester.</p> <p>Auszug Interne Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interne Steuerung: ECU-ECU, Safety</li> <li>• Bussysteme (CAN, LIN, FlexRay, MOST, ...)</li> <li>• HW-, SW- Architekturen von Steuergeräten</li> <li>• Security &amp; Safety</li> </ul> <p>Auszug Externe Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Car-2-X-Kommunikation</li> <li>• Topologien, Architekturen</li> <li>• Medienzugriff: Wifi, WAVE/DSRC</li> <li>• Safety Anwendungen</li> <li>• Security &amp; Privacy</li> </ul> |



|    |  |  |
|----|--|--|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Das Modul wird für einen Abschluss mit Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" anerkannt. Sie setzt Grundkenntnisse in Rechnerkommunikation voraus und richtet sich so schwerpunktmäßig an Studierende aus Informatik, IuK und CE ab dem 5. Semester.</p> <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden lernen die grundlegenden Mechanismen der internen und externen Fahrzeugkommunikation kennen. Sie können aktuelle und zukünftige Anwendungen für Vernetzung im Fahrzeugbereich nennen.</p> <p>Verstehen<br/>Die Studierenden verstehen die grundlegenden Prinzipien der internen Bussysteme und können die Vorteile und Nachteile der wesentlichen Technologien in diesem Bereich erklären (CAN, FlexRay, MOST, ...). Ebenso können Sie die Probleme von mobilen Ad-Hoc-Netzen erklären und Lösungsansätze vergleichen (z.B. ETSI ITS-G5 und WAVE). Sie können wesentliche Anwendungen nach ihren Anforderungen bezüglich der Vernetzung klassifizieren.</p> <p>Anwenden<br/>In den Übungen werden die Erkenntnisse in praktischen Aufgaben angewendet.</p> <p>Analysieren<br/>Die Studierenden werden in die Lage versetzt, zukünftige Anwendungen bezüglich ihres Kommunikationsverhaltens zu analysieren.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)<br/>Dabei können Sie die zugrundeliegenden Mechanismen beurteilen und einschätzen, welche Vernetzungstechnologien diese Anforderungen am besten erfüllen. Unterstützt wird dies durch Simulationen der Netze an konkreten Beispielen, die die notwendigen Metriken zur Analyse liefern können.</p> <p>Erschaffen<br/>Die Studierenden entwickeln eigene Simulationen von Car2X-Netzen auf Basis realer Karten. Ebenso können die Studierenden Simulationsmodelle für interne Netze erstellen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Rechnerkommunikation   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Christoph Sommer and Falko Dressler, Vehicular Networking, Cambridge University Press, 2014.</p> <p>Werner Zimmermann and Ralf Schmidgall, Bussysteme in der Fahrzeugtechnik, ed. 4, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2011.</p> <p>Konrad Reif, Automobilelektronik, ed. 3, Wiesbaden, Vieweg + Teubner, 2009.</p> <p>Dominique Paret, Multiplexed networks for embedded systems, Chichester, England, Wiley, 2007.</p> <p>Hannes Hartenstein and Kenneth Laberteaux (Eds.), VANET - Vehicular Applications and Inter-Networking Technologies, Intelligent Transport Systems, Chichester, John Wiley &amp; Sons, 2009.</p> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92601 | <b>Nachrichtentechnische Systeme</b><br>Communication systems   | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Robert Schober<br>Prof. Dr. Jörn Thielecke   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Übertragungstechnik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Grundbegriffe</li> <li>• Quellensignale und deren Modellierung</li> <li>• Übertragungskanäle und deren Modellierung</li> <li>• Analoge Modulationsverfahren</li> <li>• Pulscodemodulation</li> <li>• Grundbegriffe der Informationstheorie</li> <li>• Digitale Übertragung</li> </ul> <p><b>Systemaspekte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Charakterisierung von Übertragungskanälen (Dopplereffekt, Schwundtypen)</li> <li>• wichtige Eigenschaften von Signalen zur Kanalmessung und Datenübertragung (Spreizcodes, Walsh-Folgen, Exponentialfolgen)</li> <li>• Zugriff auf das Übertragungsmedium mittels CDMA, OFDM und CSMA</li> <li>• Anwendung der Verfahren in DRM, UMTS, IEEE 802.11 und GPS als Vertreter typischer Rundfunk-, Mobilfunk, WLAN- und Mess-Systeme</li> <li>• kurze Einführung in die Verkehrstheorie (Poissonprozess, Durchsatz)</li> <li>• kurze Einführung in Kommunikationsprotokolle, Systemarchitekturen und das Internet-Schichtenmodell.</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden beschreiben die Aufgaben nachrichtentechnischer Systeme. Sie beschreiben und modellieren Signale mathematisch mit Zufallsprozessen und können diese in den Frequenzbereich transformieren. Sie rechnen lineare Größen in logarithmische Darstellungen um (und zurück) und verwenden die Pegelgrößen sicher.</li> <li>• Die Studierenden analysieren analoge Quellensignale, kennen und nutzen dabei die Kenngrößen und Annahmen bzgl. Bandbegrenzung, Spitzenwertbegrenzung usw. Sie unterscheiden analoge und digitale Quellensignale und beschreiben letztere ebenso anhand der üblichen Kenngrößen.</li> <li>• Die Studierenden erläutern die Definition des Übertragungskanals sowie mögliche Ursachen für Signalverzerrungen und andere Störeinflüsse. Sie</li> </ul>  |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>beschreiben den Kanal in äquivalenten komplexen Basisband, insbesondere beschreiben und analysieren sie die Ausbreitung von Signalen bei der Funkübertragung sowie auf Kabeln mit den dort auftretenden Effekten (z.B. Mehrwegeausbreitung, Dämpfung usw.). Sie verwenden additives weißes Rauschen zur Modellierung physikalischer Rauschprozesse in Zeit- und Frequenzbereich. Ebenso verwenden und analysieren die Modelle des AWGN-Kanals und des frequenzselektiven Schwundkanals. Sie bewerten Übertragungsverfahren anhand der Kriterien Leistungseffizienz und Bandbreiteneffizienz.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden analysieren und beschreiben mathematisch die gängigen Amplitudenmodulationsverfahren (Ein- und Zweiseitenbandmodulation, Quadraturamplitudenmodulation) in Zeit- und Frequenzbereich. Dies gilt ebenso für die Frequenzmodulation. Sie bewerten diese Modulationsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm und analysieren den Einfluss von additiven Störern. Sie beschreiben die Grundstrukturen der zugehörigen Empfänger, insbesondere des Überlagerungsempfängers.</li> <li>• Die Studierenden beschreiben den Übergang von analogen zu digitalen Signalen und analysieren die Effekte von Abtastung und Quantisierung. Sie untersuchen die Auswirkungen von Kompanidierung bei der Quantisierung sowie die Anforderungen an die differentielle Pulscodemodulation.</li> <li>• Die Studierenden verwenden das Shannon'sche Informationsmaß, Quellencodierungstheorem und die wechselseitige Information zur mathematischen Beschreibung der Nachrichtenübertragung über gestörte Kanäle. Sie erklären das Kanalcodierungstheorem und analysieren im Detail den AWGN-Kanal und seine Varianten bzgl. informationstheoretische Größen.</li> <li>• Die Studierenden erklären die digitale Pulsamplitudenmodulation und analysieren die zugehörigen Sender, die Signale sowie die kohärente Demodulation in Zeit- und Frequenzbereich. Sie ermitteln die Fehlerwahrscheinlichkeit und nutzen dazu das Gauß'sches Fehlerintegral und die Error Function. Sie bewerten die digitalen Übertragungsverfahren im Leistungs-Bandbreiten-Diagramm. Die Studierenden verstehen die Motivation für den Einsatz von Kanalcodierung bei digitaler Übertragung.</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Grundlegende Methoden und Signale zur Kanalmessung und zum Kanalzugriff</li> <li>◦ Grundlegendes zu Strukturen und Protokollen in Kommunikationssystemen</li> </ul> </li> <li>• Die Studierenden lernen nachrichtentechnischen Signale und Verfahren anzuwenden und zu analysieren.</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Klausur (100%)</p> <p><b>Hausaufgaben/Bonuspunkte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es können durch das Lösen von Hausaufgaben während des Semsters bis zu 12 Bonuspunkte erworben werden. Diese werden bei bestandener Prüfung zusätzlich in die Bewertung mit einbezogen.</li> </ul> |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripten zu den Vorlesungen</li> <li>• Kammeyer: Nachrichtenübertragung, Teubner Verlag, 3. Aufl.</li> <li>• Anderson, Johannesson: Understanding Information Transmission, John Wiley, 2005</li> </ul>   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92720 | <b>Hochfrequenztechnik</b><br>Microwave technology  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Nach einer Einführung in die Frequenzbereiche und Arbeitsmethoden der Hochfrequenztechnik werden die Darstellung und Beurteilung linearer n-Tore im Wellen-Konzept systematisch hergeleitet und Schaltungsanalysen in der Streumatrix-Darstellung durchgeführt. Bauelemente wie Dämpfungsglieder, Phasenschieber, Richtungsleitungen, Anpassungstransformatoren, Resonatoren und Mehrkreisfilter sowie Richtkoppler und andere Verzweigungs-n-Tore erfahren dabei eine besondere Behandlung, insbesondere in Duplex- und Brückenschaltungen. Rauschen in Hochfrequenzschaltungen wirkt vor allem in Empfängerstufen störend und ist zu minimieren. Antennen und Funkfelder mit ihren spezifischen Begriffen, einschließlich der Antennen- Gruppen bilden einen mehrstündigen Abschnitt. Abschließend werden Hochfrequenzanlagen, vor allem Sender- und Empfängerkonzepte in den verschiedenen Anwendungen wie Rundfunk, Richtfunk, Satellitenfunk, Radar und Radiometrie vorgestellt und analysiert.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über die typischen passiven HF-Bauelemente sowie den Umgang mit Streuparametern und die Analyse von HF-Schaltungen.</li> <li>• lernen Antennenkonzepte und elementare Berechnungsmethoden für Antennen, Funkfelder, Rauschen und HF-Systeme kennen.</li> <li>• sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von HF-Bauelementen und Baugruppen sowie Antennen und einfachen HF-Systemen zu berechnen und zu bewerten.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</li> <li>• Elektromagnetische Felder I</li> </ul>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)<br/>Prüfungsform: schriftlich (90 Minuten)</p>  |  |

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

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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Hierarchische Strukturen von Netzfunktionen*<br/>OSI-Schichtenmodell, Kommunikation im OSI-Modell, Datenstrukturen, Vermittlungseinrichtungen</p> <p>* Datenübertragung von Punkt zu Punkt*<br/>Signalverarbeitung in der physikalischen Schicht, synchrones und asynchrones Multiplex, Verbindungsarten</p> <p>*Zuverlässige Datenübertragung*<br/>Fehlervorwärtskorrektur, Single-Parity-Check-Code, Stop-and-Wait-ARQ, Go-back-N-ARQ, Selective-Repeat-ARQ</p> <p>*Vielfachzugriffsprotokoll*<br/>Polling, Token Bus und Token Ring, ALOHA, slotted ALOHA, Carrier-Sensing-Verfahren</p> <p>*Routing*<br/>Kommunikationsnetze als Graphen, Fluten, vollständiger Baum und Hamilton-Schleife, Dijkstra-Algorithmus, Bellman-Ford-Algorithmus, statisches Routing mit Alternativen</p> <p>*Warteraumtheorie*<br/>Modell und Definitionen, Little's Theorem, Exponentialwarteräume, Exponentialwarteräume mit mehreren Bedienstationen, Halbexponentialwarteräume</p> <p>*Systembeispiel Internet-Protokoll*<br/>Internet Protokoll (IP), Transmission Control Protocol (TCP), User Datagram Protocol (UDP)</p> <p>*Multimedianeetze*<br/>Klassifikation von multimedialen Anwendungen, Codierung von Multimediadaten, Audio- und Video-Streaming, Protokolle für interaktive Echtzeit-Anwendungen (RTP, RTCP), Dienstklassen und Dienstgütegarantien</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den hierarchischen Aufbau von digitalen Kommunikationsnetzen</li> <li>• unterscheiden grundlegende Algorithmen für zuverlässige Datenübertragung mit Rückkanal und beurteilen deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• analysieren Protokolle für Vielfachzugriff in digitalen Kommunikationsnetzen und berechnen deren Durchsatz</li> <li>• unterscheiden Routingverfahren und berechnen optimale Vermittlungswege für beispielhafte Kommunikationsnetze</li> </ul>  |  |



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• abstrahieren und strukturieren Warteräume in Kommunikationsnetzen und berechnen maßgebliche Kenngrößen wie Aufenthaltsdauer und Belegung</li> <li>• verstehen grundlegende Mechanismen für die verlustlose und verlustbehaftete Codierung von Mediendaten</li> <li>• kennen die maßgeblichen Standards des Internets für Sicherung, Vermittlung und Transport von digitalen Daten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Kenntnisse über Grundbegriffe der Stochastik  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | M. Bossert, M. Breitbach, "Digitale Netze", Stuttgart: Teubner-Verlag, 1999   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92400 | <b>Optische Übertragungstechnik</b><br>Optical communication systems                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Optische Übertragungstechnik Übung (2 SWS)<br>Vorlesung: Optische Übertragungstechnik (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Esther Renner<br>Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Kommerzielle Optische Kommunikationssysteme erreichen pro Faser Übertragungskapazitäten von mehreren Tbit/s. Im Labor wurden mehr als 100Tbit/s nachgewiesen. Die Realisierung derartiger Systeme setzt die Beherrschung verschiedenster Techniken der optischen Übertragungstechnik voraus. In der Vorlesung werden Techniken des Zeitbereichs - (TDM) und Wellenlängenmultiplex (WDM), aber besonders auch der Auslegung der Übertragungsstrecke (Link Design) auf der Basis entsprechender physikalischer und signaltheoretischer Grundlagen behandelt und vertieft. Dabei werden Verfahren besprochen, die sicherstellen, dass sowohl die Signalverzerrungen durch lineare und nichtlineare Fasereffekte als auch die Akkumulation des Verstärkerrauschens begrenzt bleiben. Es wird ausführlich die Systemoptimierung hinsichtlich des optischen Signal-Rausch-Verhältnisses (OSNR) diskutiert sowie auf Techniken des Dispersions- und Nichtlinearitätsmanagements (z.B. Solitonenübertragung) eingegangen. Hierbei wird dem Themenkomplex einer optimalen Streckenauslegung besonders eingehend behandelt. In der Folge werden verschiedene, gebräuchliche Modulationsverfahren einschließlich kohärenter Übertragungsverfahren behandelt, die in neueren Systemen eingesetzt und in experimentellen Systemen getestet werden. Eine Besprechung optischer Verfahren zur Signalregeneration bildet die Brücke zu aktuellen eigenen Forschungsarbeiten.</p> <p>Die vermittelten Grundlagen werden in der Übung zur Vorlesung durch praxisnahe und anschauliche Simulationsbeispiele vertieft.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• besitzen spezialisiertes und vertieftes Wissen über die Konzeption und Struktur verschiedener optischer Übertragungssysteme.</li> <li>• können die Qualität optischer Datensignale im Kontext verschiedener Systemkonzepte vergleichen und bewerten</li> <li>• sind in der Lage Streckenauslegungen zu entwickeln und zu optimieren.</li> <li>• besitzen methodische Kenntnis zur Bestimmung und Verbesserung der Leistungsfähigkeit optischer Übertragungsstrecken unter Einbeziehung aktueller wissenschaftlicher Ergebnisse.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Komponenten optischer Kommunikationssysteme hilfreich aber nicht obligatorisch  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Agrawal, G.P.: Fiber-Optic Communication Systems, John Wiley &amp; Sons, 1997</p> <p>Agrawal, G.P.: Nonlinear Fiber Optics, John Wiley &amp; Sons, 3. Auflage, 2001</p> <p>Kaminow, I, Koch, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002</p> <p>Skriptum zur Vorlesung</p> <p>Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008</p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92410 | <b>Komponenten optischer Kommunikationssysteme</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Seit Ende der 70er Jahre werden Systeme zur optischen Nachrichtenübertragung eingesetzt. Seither haben sich sowohl deren Übertragungskapazität als auch die Reichweite drastisch erhöht. Die so entstandenen optischen Kommunikationsnetze sind al Rückgrat der weltweiten Kommunikationsinfrastruktur zu sehen. Diese Entwicklungen wurden und werden besonders durch Innovationen auf dem Gebiet der Komponenten und Subsysteme ermöglicht. Im Rahmen der Vorlesung wird auf die physikalischen Grundlagen der wichtigsten Komponenten wie Halbleiterlaser, Modulatoren, Glasfasern, optische Verstärker und Empfangsdioden eingegangen, wobei ein besonderes Augenmerk auf systemrelevante Effekte und Kenngrößen gelegt wird. An Beispielen wird der Einfluss von Komponenteneigenschaften auf die Leistungsmerkmale des Gesamtsystems erläutert. Dabei wird auch auf real eingesetzte oder in Entwicklung befindliche Komponenten und Systeme Bezug genommen. |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von opto-elektronischen und optischen Bauelementen, die in der optischen Übertragungstechnik eingesetzt werden.</li> <li>• können die optischen Eigenschaften der Systemkomponenten und deren Beeinflussung durch die gewählten Betriebsparameter beurteilen.</li> <li>• kennen die verschiedenen Bauelemente und Subsysteme und deren Eigenschaften</li> <li>• können die Bedeutung linearer und nichtlinearer faseroptischer Effekte und deren Auswirkung auf Systemeigenschaften einschätzen.</li> <li>• können faseroptische Übertragungssysteme und ihre komponentenabhängigen Eigenschaften analysieren.</li> <li>• beherrschen den grundlegenden Umgang mit Systemsimulationswerkzeugen zur Dimensionierung faseroptischer Übertragungssysteme.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen werden grundlegende Kenntnisse in den Bereichen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterphysik</li> <li>• Strahlenoptik</li> <li>• Photonik</li> </ul>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich oder mündlich<br>Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Agrawal, G.P.: Fiber Optic Communication Systems, Willey, New York, 1992.</p> <p>Voges, E.; Petermann, K.: Optische Kommunikationstechnik, Springer, Berlin, 2002.</p> <p>Kaminow, I, Li, T.: Optical Fiber Telecommunications IVA, Academic Press, 2002.</p> <p>Kaminow, I, Li, T., Willner,A.: Optical Fiber Telecommunications VA, Academic Press, 2008.</p> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92610 | <b>Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten (2 SWS)<br>Übung: Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten Übung (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek<br>Lukas Witte   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Modul beschäftigt sich mit den elementaren passiven Bauelementen der Elektrotechnik und ihren hochfrequenztechnischen Eigenschaften. Neben der Theorie und den Eigenschaften der passiven Bauelemente werden wichtige anwendungsspezifische Aspekte behandelt. Zunächst werden der Aufbau und die Eigenschaften sowie die Frequenzabhängigkeit realer Widerstände, Kondensatoren, Spulen, Übertrager und Resonanzelemente behandelt. Als Basis hierzu werden der Skineffekt und die Polarisationsmechanismen in dielektrischen bzw. magnetischen Medien thematisiert. Die Eigenschaften der elektrischen Leitung - als Beispiel für ein elektromagnetisches Bauelement, das in wenigstens einer Dimension größer als die Wellenlänge ist - bilden einen weiteren Bestandteil. In diesem Rahmen werden die Leitungstheorie der Lecherleitung und der Einsatz von Leitungen als Transformationselement behandelt. Als Hilfsmittel für Leitungstransformationen wird das Smith-Chart eingeführt, welches zur Bearbeitung von Schaltungsaufgaben eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Eigenschaften und Anwendungen gängiger hochfrequenztauglicher Wellenleiter, wie z. B. koaxiale oder planare Wellenleiter, behandelt. Abschließend werden die Wellengrößen und die Streuparameterdarstellung zur Beschreibung hochfrequenter elektrischer Komponenten und Netzwerke eingeführt.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls kennen und verstehen die Studierenden die HF-Eigenschaften von realen konzentrierten Bauelementen sowie von elektromagnetischen Wellenleitern und deren Zusammenschaltungen und können die zuvor genannten passiven Bauelemente anhand ihrer Kenngrößen bewerten. Sie sind zudem in der Lage, die Kenngrößen und die frequenzabhängigen Übertragungseigenschaften von konzentrierten Bauelementen, von Wellenleitern und von einfachen Zusammenschaltungen zu berechnen.</p>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik 1-2</li> <li>• Mathematik 1-3</li> <li>• Werkstoffkunde</li> <li>• Elektromagnetische Felder I (begleitend)</li> </ul>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>[1] Frank Gustrau, Hochfrequenztechnik: Grundlagen der mobilen Kommunikationstechnik, Carl Hanser Verlag GmbH &amp; Co. KG, 1. Auflage, 2011</p> <p>[2] Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik, Band 1, Springer Verlag, Berlin, 6. Auflage, 2000</p> <p>[3] Meinke, H., Gundelach, F. W., Lange, K., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 5. Auflage, 1992</p> <p>[4] Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988</p> <p>[5] Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley &amp; Sons, New York, 2. Auflage, 1998</p> |

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

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



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren diskrete Signale mit Hilfe der zeitdiskreten Fourier-Transformation und berechnen deren diskrete Fourier-Transformation</li> <li>• bestimmen die Impulsantwort, Direktformen und Zustandsraumdarstellung für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• berechnen System- und Übertragungsfunktionen für diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> <li>• analysieren die Eigenschaften von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen aufgrund der Zeit- und Frequenzbereichsbeschreibung</li> <li>• stufen diskrete lineare zeitinvariante Systeme anhand ihrer Eigenschaften Verzerrungsfreiheit, Linearphasigkeit und Minimalphasigkeit ein</li> <li>• bewerten Kausalität und Stabilität von diskreten linearen zeitinvarianten Systemen</li> <li>• bewerten diskrete Zufallssignale durch Berechnung von Erwartungswerten und Korrelationsfunktionen</li> <li>• beurteilen die wesentlichen Effekte einer Filterung von diskreten Zufallssignalen durch diskrete lineare zeitinvariante Systeme</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92730 | <b>Kommunikationselektronik</b><br>Communications electronics 1 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Kommunikationselektronik (2 SWS)                     | 5 ECTS        |
|   |                                  | Vorlesung: Kommunikationselektronik (englisch) (2 SWS)          | 5 ECTS        |
|   |                                  | Übung: Übung zu Kommunikationselektronik (2 SWS)                | -             |
|   |                                  | Übung: Übung zu Kommunikationselektronik (englisch) (2 SWS)     | -             |
| 3 | Lehrende                         | Sebastian Klob<br>Prof. Dr.-Ing. Jörg Robert<br>Marcelo Michael |               |

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Jörg Robert   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>1. Einleitung</p> <p>2. Darstellung von Signalen und Spektren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontinuierliche und diskrete Signale</li> <li>• Spektrum eines Signals</li> <li>• Unterabtastung und Überabtastung</li> </ul> <p>3. Aufbau und Signale eines Software Defined Radio Systems</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blockschaltbild eines Software Defined Radio Systems</li> <li>• Basisband- und Trägersignale</li> <li>• Empfänger-Topologien</li> <li>• Signale in einem Software Defined Radio System</li> </ul> <p>4. Drahtlose Netzwerke</p> <p>5. Übertragungsstrecke</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkstrecke</li> <li>• Antennen</li> </ul> <p>6. Leistungsdaten eines Empfängers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauschen</li> <li>• Nichtlinearität</li> <li>• Dynamikbereich eines Empfängers</li> </ul> <p>7. Digital Downconverter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIC-Filter</li> <li>• Polyphasen-FIR-Filter</li> <li>• Halbband-Filterkaskade</li> <li>• Interpolation</li> </ul> <p>8. Demodulation digital modulierter Signale</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Demodulation einer GFSK/PAM-Paketsendung</li> </ul> <p>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-</p> |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>kompatiblen Mathematikprogramm Octave implementiert. Die benötigte Software wird den Studierenden zur Verfügung gestellt.</p> <p><b>Content:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introduction</li> <li>2. Signal representation and discrete signals       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Continuous and discrete signals</li> <li>b. Signal spectrum</li> <li>c. Downsampling and upsampling</li> </ol> </li> <li>3. Structure and signals of a Software Defined Radio       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Block diagram of a Software Defined Radio</li> <li>b. Base band signals and carrier signals</li> <li>c. Receiver topologies</li> <li>d. Signals in a Software Defined Radio</li> </ol> </li> <li>4. Wireless networks</li> <li>5. Transmission path       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Radio link</li> <li>b. Antennas</li> </ol> </li> <li>6. Performance data of a receiver       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Noise</li> <li>b. Nonlinearities</li> <li>c. Dynamic range of a receiver</li> </ol> </li> <li>7. Digital Down Converter       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. CIC filter</li> <li>b. Polyphase FIR filter</li> <li>c. Halfband filter cascade</li> <li>d. Interpolation</li> </ol> </li> <li>8. Demodulation of digital modulated signals       <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Introduction</li> <li>b. Demodulation of a GFSK/PAM packet transmission</li> </ol> </li> </ol> <p>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.</p> |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>2. Die Studierenden analysieren die Leistungsfähigkeit der analogen Komponenten eines SDR Systems und können Verfahren zur Optimierung dieser Komponenten selbständig anwenden.</li> </ol>  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>3. Die Studierenden analysieren die digitalen Verarbeitungsschritte ausgewählter Modulationsarten und können damit selbst die digitale Signalverarbeitung eines SDR Senders und Empfängers erschaffen.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine formalen Voraussetzungen, grundlegende Kenntnisse im Bereich digitaler Signalverarbeitung werden vorausgesetzt  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skriptum zur Veranstaltung im StudON verfügbar: <a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_117973</a>   |

|   |                                  |  |                      |
|---|----------------------------------|--|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93150 | <b>Rechnerkommunikation</b><br>Computer communications                                 | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Rechnerkommunikation (2 SWS)<br>Übung: Übungen Rechnerkommunikation (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Reinhard German<br>Dr.-Ing. Peter Bazan<br>Mamdouh Muhammad                  |                      |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Reinhard German   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Die Vorlesung vermittelt die Grundlagen der Rechnerkommunikation und durchläuft von oben nach unten die Schichten des Internets:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsschicht</li> <li>• Transportschicht</li> <li>• Netzwerkschicht</li> <li>• Sicherungsschicht</li> <li>• Physikalische Schicht</li> </ul> <p>Sicherheit wird als übergreifender Aspekt behandelt. An verschiedenen Stellen werden analytische Modelle eingesetzt, um Wege für eine quantitative Auslegung von Kommunikationsnetzen aufzuzeigen. Die Übung beinhaltet praktische und theoretische Aufgaben zum Verständnis der einzelnen Schichten.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über zentrale Mechanismen, Protokolle und Architekturen der Rechnerkommunikation (Topologie, Schicht, Adressierung, Wegsuche, Weiterleitung, Flusskontrolle, Überlastkontrolle, Fehlersicherung, Medienzugriff, Bitübertragung) am Beispiel des Internets und mit Ausblicken auf andere Netztechnologien</li> <li>• Kenntnisse über Sicherheit, Leistung und Zuverlässigkeit bei der Rechnerkommunikation</li> <li>• praktische Erfahrung in der Benutzung und Programmierung von Rechnernetzen</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Übungsleistung<br/>Klausur (90 Minuten)<br/>Hausaufgaben zu Rechnerkommunikation (Übungsleistung):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studienleistung, Übungsleistung, unbenotet, 2.5 ECTS</li> <li>• weitere Erläuterungen: Bearbeitung (zwei)wöchentlicher Aufgabenblätter in Gruppenarbeit. Für den unbenoteten Übungsschein sind 60% der Punkte je Aufgabenblatt zu erreichen</li> </ul> <p>Rechnerkommunikation (Klausur):</p>  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet, 2.5 ECTS</li> <li>• Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100.0 %</li> </ul> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Lehrbuch: Kurose, Ross. Computer Networking. 8th Ed., Pearson, 2021.  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93500 | <b>Digitale Signalverarbeitung</b><br>Digital signal processing   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Heinrich Löllmann   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A/D and D/A conversion</li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Time-domain and z-domain representations</li> <li>◦ Signal flow graphs</li> <li>◦ Analytic computation of the frequency response</li> <li>◦ Special systems (allpass, minimum phase, and linear phase systems)</li> </ul> </li> <li>• Design of recursive and non-recursive filters</li> <li>• Multirate systems and filter banks</li> <li>• Frequency-domain signal analysis</li> <li>• Effects of finite wordlength</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme durch Ermittlung der beschreibenden Funktionen und Parameter</li> <li>• wenden grundlegende Verfahren zum Entwurf zeitdiskreter Systeme an und evaluieren deren Leistungsfähigkeit</li> <li>• verstehen die Unterschiede verschiedener Methoden zur Spektralanalyse und können damit vorgegebene Signale analysieren</li> <li>• verstehen die Beschreibungsmethoden von Multiraten-Systemen und wenden diese zur Beschreibung von Filterbänken an</li> <li>• kennen elementare Methoden zur Analyse von Effekten endlicher Wortlängen und wenden diese auf zeitdiskrete lineare zeitinvariante Systeme an.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Der Kurs setzt Kenntnisse der grundlegenden Theorie der zeitdiskreten deterministischen Signale voraus wie sie in Vorlesungen wie Signale und Systeme II vermittelt werden.  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)<br/>Schriftliche Prüfung von 90 Minuten Dauer.<br/>Für diese Prüfung sind folgende Hilfsmittel erlaubt: eine handschriftliche Formelsammlung im Umfang eines zweiseitigen DIN-A4-Blattes und ein nicht programmierbarer Taschenrechner.</p>  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Die Antworten können entweder auf Englisch oder auf Deutsch gegeben werden.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A.V. Oppenheim and R. W. Schafer: Discrete-Time Signal Processing, Prentice Hall</li> <li>• J.G. Proakis and D.G. Manolakis: Digital Signal Processing, Prentice Hall</li> </ul> |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93510 | <b>Digitale Übertragung</b><br>Digital communications                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Digitalen Übertragung - Übungen (1 SWS)<br>Vorlesung: Digitale Übertragung (3 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Bastian Heinlein<br>Prof. Dr.-Ing. Robert Schober   |               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Laura Cottatellucci<br>Prof. Dr.-Ing. Robert Schober<br>Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | 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 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und klassifizieren digitale Modulationsverfahren hinsichtlich ihrer Leistungs- und Bandbreiteneffizienz sowie ihres Spitzenwertfaktors,</li> <li>• ermitteln notwendige Kriterien für impulsinterferenzfreie Übertragung,</li> <li>• charakterisieren digitale Modulationsverfahren im Signalraum,</li> <li>• ermitteln informationsverlustfreie Demodulationsverfahren,</li> <li>• entwerfen optimale kohärente und inkohärente Detektions- und Decodierungsverfahren,</li> <li>• vergleichen verschiedene Entzerrungsverfahren hinsichtlich deren Leistungsfähigkeit und Komplexität,</li> <li>• entwerfen einfache digitale Übertragungssysteme mit vorgeschriebenen Leistungs- und Bandbreiteneffizienzen sowie Spitzenwertfaktoren.</li> </ul>  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |

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

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93580 | <b>Stochastische Prozesse</b><br>Stochastic processes   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Stochastic Processes (3 SWS)<br>Übung: Ergänzungen und Übungen zu Stochastische Prozesse (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Schlecht   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Wahrscheinlichkeitsrechnung und Zufallsvariablen*</p> <p>Wahrscheinlichkeit, Zufallsvariablen, uni- und multivariate Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten; Funktionen von Zufallsvariablen und deren Verteilungen und dichten; Erwartungswerte; spezielle Verteilungen (diskrete und kontinuierliche); Grenzwertsätze</p> <p>*Stochastische Prozesse*</p> <p>Verteilungen, Dichten und Erwartungswerte eindimensionaler Stochastischer Prozesse; Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität; Schwach stationäre, zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Prozesse im Zeit- und Frequenzbereich; lineare zeitinvariante (LZI) Systeme und schwach stationäre Prozesse</p> <p>*Schätztheorie*</p> <p>Punkt- und Intervallschätzung; Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke; Hypothesentests und Entscheidungsverfahren (binäre Entscheidungen, Teststatistiken, Chi-Quadrat-Test); Binäre Entscheidungen, Neyman-Pearson-Kriterium</p> <p>*Lineare Optimalfilterung*</p> <p>Orthogonalitätsprinzip; zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Wiener-Filterung; adaptive Filter (LMS, NLMS); zeitkontinuierliche und zeitdiskrete Signalangepasste Filter</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen und Stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten</li> <li>• verstehen die Unterschiede zwischen allgemeinen, stationären und ergodischen Prozessen</li> <li>• kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen und Prozesse</li> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsprozessen am Ausgang von LZI-Systemen im Zeitbereich und im Frequenzbereich</li> <li>• verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme</li> <li>• kennen elementare Hypothesentests und Entscheidungsverfahren</li> <li>• analysieren Optimalfilterprobleme und wenden das Orthogonalitätsprinzip zur Ableitung optimaler Filter an</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen und wenden das Konzept der signalangepassten Filterung an</li> </ul>                             |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung Signale und Systeme I & II  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Hänsler: Statistische Signale, Springer 1998;<br>Papoulis/Pillai: Probability, Random Variables, and Stochastic Processes, Prentice Hall, 2002    |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96000 | <b>Antennen</b><br>Antennae   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung (Abstrahlung, Antennentypen, Anwendungsaspekte)</li> <li>• Grundlagen (Ebene Wellen, Polarisation, Hertzscher Dipol, Kenngrößen)</li> <li>• Linearantennen (Dipole, Linienquellen)</li> <li>• Array-Antennen (Arrayfaktor, Verkopplung, Belegungsfunktionen)</li> <li>• Strahlschwenkung (Phasengesteuerte Arrays, frequenzgesteuerte Arrays)</li> <li>• Resonante Antennen (Babinets Prinzip, Schlitzantennen, Patch-Antennen)</li> <li>• Aperturstrahler (Huygens Prinzip, Hornstrahler, Reflektorantennen)</li> <li>• Linsenantennen (Strahlenoptik, Linsentypen, künstliche Dielektrika)</li> <li>• Numerische Berechnungsverfahren (FDTD-Methode, Simulationsbeispiele)</li> <li>• Breitbandantennen (Winkelprinzip, Spiralantennen, Log.-Per. Antennen, Baluns)</li> <li>• Systemanwendungen von Antennen (Diversity, Mobilfunk, Radarsysteme)</li> <li>• Antennen-Messtechnik</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen analytische und numerische Berechnungsmethoden für Antennen und Funkfelder kennen und anwenden.</li> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über klassische und spezielle Antennenbauformen und deren Charakteristiken für unterschiedliche Anwendungsgebiete im Kommunikations- und Radarbereich.</li> <li>• sind in der Lage, die Kenngrößen und die hochfrequenten Eigenschaften von einfachen Antennen, Gruppenantennen und Funkfeldern zu berechnen, darzustellen und zu bewerten.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Passive Bauelemente und deren HF-Verhalten</li> <li>• Elektromagnetische Felder I</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> </ul>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)<br>Prüfungsform: schriftlich (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraus, Marhefka: Antennas for All Applications, International Edition, McGraw-Hill, Boston, 3rd Edition, 2002.</li> <li>• Balanis: Antenna Theory, Analysis and Design, John Wiley &amp; Sons, New York, 2nd Edition, 1997.</li> </ul> |

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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basis-Algorithmen der Signalverarbeitung (FFT, Fensterung, Digitale FIR- und IIR-Filter)</li> <li>• Nichtideale Effekte bei Digitalfiltern (Quantisierung der Filterkoeffizienten, Quantisierte Arithmetik)</li> <li>• CORDIC-Architekturen</li> <li>• Architekturen für Multiraten-systeme (Abtastratenumsetzer)</li> <li>• Architekturen digitaler Signalgeneratoren</li> <li>• Maßnahmen zur Leistungssteigerung (Pipelining)</li> <li>• Architekturen digitaler Signalprozessoren</li> <li>• Anwendungen</li> </ul> <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic algorithms of signal processing (FFT, windowing, digital FIR and IIR-filters)</li> <li>• Non-idealities of digital filters (quantization of filter coefficients, fixed-point arithmetic)</li> <li>• CORDIC-architectures</li> <li>• Architectures of systems with multiple sampling rates (conversion between different sampling rates)</li> <li>• Digital signal generation</li> <li>• Measures of performance improvement (pipelining)</li> <li>• Architecture of digital signal processors</li> <li>• Applications</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse der Signaltheorie und können zeit- und wertkontinuierliche sowie zeit- und wertdiskrete Signale im Zeit- und Frequenzbereich definieren und erklären<br/>Die Studierenden sind in der Lage, ein klassisches Echtzeitsystem zur digitalen Signalverarbeitung konzeptionieren und die Einzelkomponenten nach den Anforderungen zu dimensionieren<br/>Die Studierenden erlangen einen Überblick über Vor- und Nachteile analoger sowie digitaler Signalverarbeitung<br/>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<br/>Die Studierenden können digitale Filter dimensionieren und beurteilen</p> <p>===Englisch===<br/>Students</p>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• can obtain fundamentals of signal theory and can define as well time-continuous and value-continuous as time-discrete and value-discrete signals in time and frequency domain</li> <li>• can construct a realtime digital signal processing system and dimension its components according requirements</li> <li>• can review pros and cons of analogue versus digital signal processing</li> <li>• can apply fourier transformation and illustrate the advantages of fast fourier transformation in the context of digital signal processing</li> <li>• can dimension digital filters and evaluate their performance</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | elektronische Prüfung (60 Minuten)<br>Klausur (E-Exam 60 Min.)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | elektronische Prüfung (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96220 | <b>HF-Schaltungen und Systeme</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: HF-Schaltungen und Systeme Übung (2 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: HF-Schaltungen und Systeme (4 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Leonhard Hahn<br>Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Nach einer einleitenden Übersicht über aktive Bauelemente und Schaltungen der Hochfrequenztechnik werden die Grundlagen nichtlinearer Schaltungen behandelt. Auf dieser Basis werden resistive und parametrische Mischer sowie Detektoren und Frequenzvervielfacher mit Schottky- und Varaktor-Dioden vorgestellt und beispielhafte Schaltungen besprochen. Im nächsten Abschnitt werden Mikrowellenverstärker mit Bipolar- und Feldeffekt-Transistoren für kleine und mittlere Leistungen sowie Klystron- und Wanderfeldröhrenverstärker für hohe Leistungen mit ihrem konstruktiven Umfeld vorgestellt und Schaltungsausführungen analysiert. Ausgehend von den allgemeinen Schwingbedingungen werden dann Zweipol- und Vierpol-Oszillatoren in ihrer Funktionsweise dargestellt und Berechnungsverfahren angegeben. Neben Tunnel-Dioden- und Transistor-Oszillatoren werden auch Laufzeit-Halbleiter-Systeme in Form von Gunn-Elementen und IMPATT-Dioden sowie Laufzeit-Röhren behandelt. Verfahren zur passiven und aktiven Frequenzstabilisierung, komplexere Zusammenschaltungen von aktiven und nichtlinearen Komponenten und eine Darstellung der Einsatzbereiche von aktiven/nichtlinearen Elemente in HF-Systemen runden die Lehrveranstaltung ab.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben spezialisiertes und vertieftes Wissen über den Umgang mit aktiven und nichtlinearen Bauelementen der Hochfrequenztechnik</li> <li>• können physikalische Prinzipien und deren technische Umsetzung zur Realisierung von Hochfrequenz-Mischern, Detektoren, Vervielfachern, Verstärkern und Oszillatoren anwenden.</li> <li>• sind in der Lage, die Schaltungen der genannten HF-Komponenten eigenständig zu analysieren, zu konzipieren und zu entwickeln.</li> <li>• können hochfrequenten Eigenschaften von aktiven und nichtlinearen Schaltungen berechnen, darstellen und bewerten.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterbauelemente</li> <li>• Passive Bauelemente</li> <li>• Elektromagnetische Felder I</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>B. Razavi, "RF Microelectronics", 2. Auflage Prentice Hall 2011</p> <p>Zinke, O., Brunswig, H., "Hochfrequenztechnik", Band 2, Springer, Berlin, 5. Auflage, 1999.</p> <p>Voges, E., "Hochfrequenztechnik", 3. Auflage, Hüthig, 2004.</p> <p>Bächtold, W., "Mikrowellentechnik", Vieweg, Braunschweig, 1999.</p> <p>Bächtold, W., "Mikrowellenelektronik", Vieweg, Braunschweig, 2002.</p> <p>Maas, S. A., "Nonlinear Microwave and RF Circuits", Artech House, 2. Auflage, 2003.</p> <p>Pozar, D. M., "Microwave Engineering", 4. Auflage Wiley 2011.</p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96251 | <b>Mikrowellenschaltungstechnik</b><br>Microwave circuit technology   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Die Mikrowellenschaltungstechnik ist ein essentieller Bestandteil vieler Sensor-, Kommunikations- und informationsverarbeitender Systeme geworden. Ihre Bedeutung wächst weiter mit der steigenden Vernetzung und Automatisierung in den Bereichen Verkehr, Energie und Industrie. Es werden das Design, die Analyse und die Realisierung von hochfrequenten elektronischen Schaltungen von der Komponente bis zum kompletten System behandelt. Ausgehend von der Planung und Auslegung von Mikrowellenschaltungen basierend auf Anforderungen aus der Anwendung wird der komplette Weg über das Design, die Fertigung sowie die messtechnische Charakterisierung abgedeckt. Dabei werden fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften planarer Leitungen und Schaltungen sowie über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS vermittelt. Es werden typische Grundsaltungen wie z.B. Anpassschaltungen, Koppler, Mischer, Verstärker, wie sie heutzutage fast in allen Kommunikationsmodulen und Mikrowellensensorsystemen vorkommen, behandelt. Die fundierte theoretische Betrachtung dieser Grundsaltungen und der zugehörigen Entwurfstechniken sowie der Integration in größere Systeme wird ergänzt durch viele praktische Designübungen am PC und durch experimentelle Aufbauten und Versuche im Labor.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Planare Mikrowellenleiter</li> <li>- Computergestützte Simulation von Mikrowellenschaltungen</li> <li>- Passive Schaltungstechniken basierend auf Leitungen (Anpassschaltungen, Filter, Hybride)</li> <li>- Aktive Grundsaltungen (Mischer, Verstärker, Oszillatoren)</li> <li>- Systemarchitekturen (Sender-Empfänger-Trennung, Frequenzumsetzung, Vervielfachung, PLLs)</li> <li>- Konzeption von Schaltungen unter Einfluss von Nichtidealitäten (Rauschen, Nichtlinearität, Übersprechen, Stabilität).</li> </ul> <p>Desweiteren: Planung, Entwurf und Test eines Radartransceivers in Mikrostreifenleitungstechnik</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über die Eigenschaften von planaren Leitungen und Schaltungen und über die Methoden zu deren Berechnung und Modellierung mit modernen computergestützten Simulationstools wie ADS und CST und sie können die Leitungs- und Schaltungsstrukturen und die</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Methoden zu deren Berechnung und Modellierung differenziert auswählen und anwenden;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, HF-Schaltungen und -Komponenten zu analysieren und deren hochfrequenten Eigenschaften mit Hilfe von Schaltungssimulationsprogrammen zu berechnen und Kriterien aufzustellen um sie zu charakterisieren und zu bewerten;</li> <li>• sind in der Lage Schaltungen und Schaltungsdesigns zu konzipieren, auszuarbeiten und anzufertigen und ihr Verhalten zu validieren.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>Prüfungsform: mündlich (30 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Pozar, D. M.: Microwave Engineering. 4. Auflage. Wiley, 2011.</p> <p>Bächtold, W.: Mikrowellenelektronik. Vieweg, Braunschweig, 2002.</p> <p>Besser, L., Gilmore, R.: Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems. Vol. I, Vol. II. Norwood, Artech House, 2003.</p>  |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Heinrich Milosiu   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transceiver-Architekturen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte</li> <li>• Transistoren und Technologien</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke</li> <li>• Rauscharme Vorverstärker</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen und Synthesizer</li> <li>• Messtechnische Grundlagen</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Aufbau sowie Vor- und Nachteile von Transceiver-Architekturen zu verstehen</li> <li>• Hochfrequenzaspekte von Transistoren und Schaltungen zu analysieren</li> <li>• Geeignete Integrationstechnologien auszuwählen</li> <li>• Passive Bauelemente und Netzwerke zu verstehen und anzuwenden</li> <li>• Schaltungstopologien rauscharmer Vorverstärker, Mischer, Oszillatoren anzuwenden und zu analysieren</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur, 90min   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96270 | <b>Kanalcodierung</b><br>Channel coding     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Channel Coding (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer               |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | 1) Introduction and Motivation<br>2) Fundamentals of Block Coding<br>3) Introduction to Finite Fields I<br>4) Linear Block Codes<br>5) Linear Cyclic Codes<br>6) Introduction to Finite Fields II<br>7) BCH and RS Codes<br>8) Convolutional Codes<br>9) Codes with Iterative Decoding   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> |  |

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).



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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).</p> <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Es ist hilfreich, wenn die Studierenden die erlernten Algorithmen in eine Programmiersprache (C, Matlab usw.) umsetzen können.</p> <p>It would be very helpful if the participants can implement the specified algorithms into a programming language (C, Matlab, etc.).</p>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>schriftlich oder mündlich (90 Minuten)</p> <p>Die Prüfung ist eine 90-minütige schriftliche Klausur.</p> <p>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.</p> <hr/> <p>The examination is a 90-minute written test.</p> <p>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</p>  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | used to write down your own handwritten collection of formulas, etc. You may also bring a non-programmable calculator.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch oder Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Huber, R. Fischer, C. Stierstorfer: Folien zur Vorlesung</li> <li>• M. Bossert: Kanalcodierung, Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 3. Auflage, 2013</li> <li>• M. Bossert: Channel Coding for Telecommunications, John Wiley &amp; Sons, 1999</li> <li>• B. Friedrichs: Kanalcodierung, Springer Verlag, 1996</li> <li>• S.B. Wicker: Error Control Systems for Digital Communications and Storage, Prentice-Hall, 1995</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96410 | <b>Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik</b><br>Circuits and Systems of Transmission Techniques                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS)<br>Vorlesung: Schaltungen und Systeme der Übertragungstechnik (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Victor Shatov<br>Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi<br>Maximilian Lübke  |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen dieses Modules werden die Grundlagen und technische Ausführung Übertragungstechniken vermittelt. Fokus liegt dabei auf dem Automotivebereich. Elektrofahrzeuge werden nicht nur die heute bereits in der Oberklasse verfügbaren Fahrassistenzsysteme nutzen sondern weitere E-Mobility spezifische Anwendung insbesondere zur Energie- und Reichweitoptimierung. Drahtlose Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladeeinrichtungen, zwischen Fahrzeugen untereinander, genaue Ortung und Streckenprognose sowie autonomes energiesparendes Fahren mit Radar-Abstandsregelung spielen hier eine wichtige Rolle. In diesem Modul werden diese modernen Entwicklungen adressiert und die dafür notwendigen Grundlagen erarbeitet.</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkkanaleigenschaften</li> <li>• Modellierung</li> <li>• Modulation, Codierung, Vielfachzugriff</li> </ul> <p>Fahrzeugkommunikationssysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungssysteme für die Fahrassistenz</li> <li>• Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation</li> <li>• Breitbandige In-Car-Datenübertragung</li> </ul> <p>Fahrzeugsensoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugortung (lokal und global)</li> <li>• Automobilradar und Umfeldüberwachung</li> <li>• Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:</p> <p>Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien anzuwenden</p> <p>Modulationstechniken zu erläutern und zu analysieren</p> <p>Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern</p> <p>Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren</p> <p>Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoren zu erläutern und zu analysieren</p>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sommersemester: schriftliche Klausur (90 min);</li> <li>• Wintersemester: mündliche Prüfung (30 min).</li> </ul> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

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

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Jürgen Frickel   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information und Kommunikation</li> <li>• Anwendungsgebiete - Kommunikation</li> </ul> <p><b>Strukturen und Eigenschaften von Kommunikationssystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Definitionen und Klassifikationen</li> <li>• Grundlegende Strukturen</li> </ul> <p><b>Protokolle und Schnittstellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Basis-Verfahren und Beispiele</li> <li>• TCP/IP-Protokol</li> <li>• Referenzmodell nach ISO/OSI</li> <li>• Sicherungsschicht/Data Link Layer (LLC und MAC)</li> <li>• Bitübertragungsschicht/Physical Layer</li> <li>• Übertragungsmedien</li> </ul> <p><b>Hardware in Kommunikationsstrukturen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• HW-Architekturen und Funktionsblöcke</li> <li>• Digitale und Analoge Komponenten</li> <li>• Schaltungsdetails von Komponenten</li> </ul> <p><b>Grundlagen von Bussystemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifikation</li> <li>• Funktionale Eigenschaften</li> <li>• Arbitrierungs-Verfahren</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen für Rechnersysteme</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bus-Applikationen</li> <li>• Baustein-/IC-interne Busse (AMBA, FPI, ConTraBus, .)</li> <li>• Baugruppeninterne Busse (I2C, Chipsätze+Bridges, .)</li> <li>• Busse für Rechnersysteme (VME, ISA, PCI, PCIe, AGP, .)</li> <li>• Peripherie-Busse (ATA, IEC, USB, Firewire, Fibre Channel, Thunderbolt .)</li> </ul> <p><b>Leitungsgebundene Anwendungen in Systemen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldkommunikation</li> <li>• Automobil, Luftfahrt, Space (CAN, MOST, LIN, MILBus, Spacewire .)</li> <li>• Industrie, Haustechnik (Profibus, EIB, .)</li> <li>• Weitverkehrsnetze</li> <li>• SDH, PDH, ATM,</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | 1. Die Studierenden werden in die Lage versetzt die Konzepte und Verfahren vor allem drahtgebundener Kommunikationssysteme anzuwenden.   |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>2. Die Studierenden lernen die Funktionsweise und den Einsatzzweck diverser Kommunikationsprotokolle zu verstehen, und miteinander zu vergleichen.</p> <p>3. Desweiteren analysieren und klassifizieren Sie grundlegende Strukturen von leitungsgebundenen Kommunikationssystemen anhand ihrer funktionalen Eigenschaften.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich<br>Klausur, 90min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>123526 | <b>Seminar Nachrichtentechnische Systeme</b><br>Seminar Communication systems             | <b>2,5 ECTS</b> |
| 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  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Schober<br>Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Im Seminar Nachrichtentechnische Systeme werden Themen aus dem Bereich der elektrischen Nachrichtenübertragung bearbeitet, präsentiert und diskutiert.  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen grundlegende Techniken der Recherche, Themenaufbereitung und Präsentation technischer Inhalte und wenden diese an</li> <li>• analysieren und evaluieren gegebene Literatur im Hinblick auf die Schwerpunkte ihres Vortrags zu einem technischen Thema</li> <li>• wenden ihr bisher im Studium erworbenes Wissen an, um davon ausgehend eigenständig einen technischen Schwerpunkt zu vertiefen</li> <li>• wenden ihr bisheriges Wissen an, um als Zuhörer sinnvolle Fragen zu einem Vortragsthema zu formulieren und das Präsentierte zu diskutieren</li> <li>• analysieren und evaluieren die Präsentationen der anderen Seminarteilnehmer.</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Dieses Seminar erweitert und vertieft die Inhalte des Moduls Nachrichtentechnische Systeme. Die vorherige oder parallele Belegung dieses Moduls ist unabdingbar.  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Themen werden unter Anleitung eines/r Betreuers/in eigenständig im Hinblick auf eine Präsentation in Vortragsform erarbeitet.</li> <li>• Studierende haben die Möglichkeit sich aktiv an der Formulierung des Vortragsthemas zu beteiligen.</li> <li>• Themen werden bei einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben.</li> <li>• Eine kurze Präsentation der Struktur und erster Ergebnisse erfolgt etwa 5 Wochen nach der Vorbesprechung. Gegen Ende des Vorlesungszeitraums hält jede/r Studierende einen ca. 30-minütigen Vortrag mit anschließender 15-minütiger Diskussion.</li> <li>• Vor den Beiträgen der Studierenden erfolgt eine Einführung zur Vortragstechnik durch Mitarbeiter des Lehrstuhls.</li> </ul> |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es wird eine ca. 6-10-seitige Ausarbeitung erstellt (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig).</li> </ul>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%) <ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. halbstündiger Vortrag (60%)</li> <li>• Ausarbeitung im Umfang von 6-10 Seiten (vergleichbar IEEE Paper zweispaltig, 30%)</li> <li>• aktive Teilnahme an der Diskussion anderer Vorträge (10%)</li> </ul> |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken</li> <li>• Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien</li> <li>• Technische Literatur im Themengebiet</li> </ul>  |



|   |                                   |   |               |
|---|-----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>313638 | <b>Automotive Systems and Software Engineering</b><br>Automotive systems and software engineering | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung mit Übung: Automotive Systems & Software Engineering (4 SWS)                            | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Loui Al Sardy<br>Christian Allmann  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Reinhard German  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Allgemein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick Systeme und Anwendungen in der automotive Welt</li> <li>• Embedded Automotive Systems: Abgrenzung Echtzeitsysteme; Definition Steuergeräte, Sensoren, Aktuatoren; Definition verteilte, vernetzte Funktionen; Betriebssysteme, Kommunikationsschnittstellen</li> <li>• Entwicklungsprozesse für automotive Anwendungen: Allgemeine Vorgehensmodelle; Vorgehensmodelle in der Elektronikentwicklung; Kooperationsmodelle OEM-Zulieferer; Lieferantenmanagement</li> </ul> <p>System und Software:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareentwicklungsprozess</li> <li>• Anforderungsmanagement: Lastenhefte - Aufbau/ Handhabung/Tools; Erhebung und Analyse von Anforderungen; Systembeschreibungen (u.a. UML, SysML); (Semi-)Formale Beschreibungen</li> <li>• Modellbasierte Entwicklung: Rapid Prototyping; Modellierungstechniken; Automatische Codegenerierung; Tools (Simulink, Target Link); Autosar</li> <li>• Test und Diagnose: SW-Test; Integrationsstufen; SIL - PIL - HIL-Test; On- Offboard Diagnose</li> <li>• Virtuelle Entwicklung von Elektronik</li> <li>• Begleitende Prozesse: Projektmanagement; Systemsicherheit (ISO WD 26262); Konfigurationsmanagement; Qualitätsmanagement; Variantenmanagement</li> <li>• Architektur: Architekturmodelle (u.a. EAST-ADL); Bussysteme - Typen &amp; Eigenschaften; SW- &amp; HW-Architektur; Auslegung und Bewertung</li> </ul> <p>Anwendung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick der Anwendungsdomänen: Infotainment/ Fahrerassistenz/ Karosserie</li> <li>• Systemauslegung von Fahrerassistenzsystemen: Überblick Sensoren; Umwelt und Umfeldmodelle; Bildverarbeitung; Konzeption, Erprobung, Umsetzung; Tools (ADTF)</li> <li>• Alternative Antriebskonzepte: Elektronikumfänge; Betriebsstrategie</li> <li>• Fahrdynamische Systeme: x-by-wire Technologien</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden vertiefen die Themen aus anderen Lehrveranstaltung im Bereich Automotive. Sie lernen mit Herausforderungen in der System- und Softwareentwicklung aus Sicht eines OEMs  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | umzugehen, die Bedeutung des Requirements Engineering in Vor- & Serienentwicklung zu verstehen und die relevanten Methoden anwenden zu können. Weiterhin sollen die Studierenden Herausforderungen in der Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen erkennen und die Konzepte nachvollziehen zu können, die Entwicklung eines eigenen FAS durchzuführen und zu prüfen, Erfahrung im Umgang mit typischen Entwicklungstools zu sammeln, Absicherung der Systementwicklung am HIL zu erlernen und neue Ideen und Themen im Bereich automotive Entwicklung zu verstehen. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 40 h<br>Eigenstudium: 110 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

# Major E-Powertrain

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldeffekttransistor</li> <li>• Verstärker, Leistungsverstärker</li> <li>• Nichtlinearität und Verzerrung</li> <li>• Filtertheorie</li> <li>• Realisierung von Filtern</li> <li>• Intrinsisches Rauschen (Konzepte)</li> <li>• Physikalische Rauschursachen</li> <li>• Rauschparameter</li> <li>• Mischer</li> <li>• Oszillatoren</li> <li>• Phasenregelschleifen (PLLs)</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlangen Kenntnisse um Rauscheffekte und Nichtlinearitäten in Anlogschaltungen zu erklären</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Ursachen verschiedener physikalischer Rauschprozesse und können diese klassifizieren</li> <li>• Die Studierenden erwerben die Fähigkeit zur Planung und Implementierung frequenzumsetzender Systeme mittels zugehöriger Frequenz- und Pegelpläne</li> <li>• Die Studierenden bewerten Hochfrequenzoszillatoren und stabilisierende PLL-Schaltungen</li> <li>• Die Studierenden untersuchen Messaufbauten zur Charakterisierung von Rauschen und Nichtlinearitäten</li> <li>• Die Studierenden analysieren den inneren Aufbau von Leistungsverstärkern auf Basis von Transistorschaltungen</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage komplexe Anlogschaltungen simulativ und analytisch zu untersuchen und deren Verhalten im Groß- und Kleinsignalbereich zu charakterisieren</li> <li>• Die Studierenden führen Filterentwürfe durch und bestimmen deren Amplituden- und Phasengang</li> <li>• Die Studierenden können bei auftretenden Problemen selbstständig mit Hilfe weitergehender Literatur oder durch Diskussion in der Gruppe Lösungen erarbeiten</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                          |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>118154 | <b>Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik</b><br>Packaging technologies for power electronics  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Uwe Scheuermann   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Die Vorlesung gibt einen Überblick über die wichtigsten Grundlagen der Aufbau- und Verbindungstechnik in der Leistungselektronik. Sie soll künftige Entwickler und Anwender von Leistungsmodulen mit den grundlegenden Konzepten vertraut machen. Hierbei werden Grundkenntnisse über leistungselektronische Bauelemente und Grundschaltungen vorausgesetzt, wie sie in der Vorlesung "Leistungselektronik" vermittelt werden. Die Vorlesung wird von einem Vertreter der Industrie gehalten, der durch seine langjährige Tätigkeit in der Entwicklung und Qualifizierung von Leistungsmodulen einen reichen Erfahrungsschatz einbringt. Der Dozent ist somit in der Lage, die vorgestellten theoretischen Zusammenhänge durch praxisnahe Beispiele zu veranschaulichen.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben der Aufbau- und Verbindungstechnik</li> <li>• Grundstruktur eines Leistungsmoduls</li> <li>• Verlustleistung</li> </ul> </li> <li>2. Thermische Grundlagen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanismen der Wärmeableitung</li> <li>• Analogien zwischen thermischer und elektrischer Leitung</li> <li>• Thermische Ersatzschaltbilder</li> </ul> </li> <li>3. Thermische Messverfahren <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung durch Kontaktsensoren</li> <li>• Berührungslose Messverfahren</li> <li>• Das Leistungsbaulement als Sensor</li> </ul> </li> <li>4. Materialien in der Aufbau- und Verbindungstechnik <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrisch leitfähige Materialien</li> <li>• Elektrisch isolierende Materialien</li> <li>• Gehäusewerkstoffe und Silikone</li> </ul> </li> <li>5. Verbindungstechnologien <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten oder Kleben</li> <li>• Drahtbonden</li> <li>• Druckkontakttechnik</li> <li>• Federkontakte</li> </ul> </li> <li>6. Parasitäre Effekte <ul style="list-style-type: none"> <li>• Parasitärer elektrischer Widerstand</li> <li>• Parasitäre Kapazitäten</li> <li>• Parasitäre Induktivitäten</li> </ul> </li> <li>7. Zuverlässigkeit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauelementbezogene Prüfungen</li> </ul> </li> </ol> |  |

|   |  |  |
|---|--|--|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gehäusebezogene Prüfungen</li> <li>• Lebensdauerrelevante Prüfungen</li> </ul> <p>8. Bauformen von Leistungsmodulen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monolithisch integrierte Systeme</li> <li>• Bauformen für die Leiterplattenmontage</li> <li>• Klassische Module mit Grundplatte</li> <li>• Module ohne Grundplatte</li> <li>• Architekturen in Druckkontakttechnik</li> <li>• Systemintegration für hohe Leistungen</li> </ul> <p>9. Datenblätter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Kenngrößen</li> <li>• Grenzwerte der Belastung</li> <li>• Isolationskoordination</li> </ul> <p>10. Systemaufbau</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kühlkörper</li> <li>• Thermische Koppelmedien</li> <li>• Parallelschaltung</li> </ul> <p>11. Fehler- und Ausfallanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Überlastung</li> <li>• Zerstörung durch Überspannung</li> <li>• Höhenstrahlung</li> <li>• Korrosion durch Umwelteinflüsse</li> </ul> <p>12. Entwicklungstendenzen und Herausforderungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhung der maximal zulässigen Sperrschichttemperatur</li> <li>• Synergien durch Systemintegration</li> <li>• Kandidaten für eine zuverlässigere Verbindungstechnik</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die grundlegenden Funktionen der Aufbau- und Verbindungstechnik für leistungselektronische Komponenten,</li> <li>• identifizieren die wichtigsten Eigenschaften der beim Aufbau verwendeten Materialien,</li> <li>• erklären die Funktion von klassischen und fortschrittlichen Verbindungsverfahren,</li> <li>• berechnen das thermische Verhalten eines Leistungsmoduls mit Hilfe von thermischen Ersatzschaltbildern,</li> <li>• analysieren unterschiedliche Moduldesigns hinsichtlich ihrer thermischen und parasitären elektrischen Eigenschaften,</li> <li>• bewerten verschiedene Bauformen leistungselektronischer Module hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile für spezifische Anwendungsanforderungen</li> </ul>   |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich<br>Mündliche Prüfung, 30min  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Dierk Schröder: Leistungselektronische Bauelemente, 2.Auflage, Springer, Berlin, 2006. (Kapitel 10, S. 706-772)<br><br>Josef Lutz: Halbleiter-Leistungsbaulemente, Springer, Berlin, 2006. (Kapitel 4-7, S. 269 ff)<br><br>Peter R. W. Martin (Hrsg.): Application manual power modules, ISLE, Ilmenau, 2000. |



|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97360 | <b>Digitale Regelung</b><br>Digital control    | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Digitale Regelung (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Andreas Michalka                      |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Andreas Michalka   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden Aufbau u. mathematische Beschreibung digitaler Regelkreise für LZI-Systeme sowie Verfahren zu deren Analyse und Synthese betrachtet:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• quasikontinuierliche Beschreibung und Regelung der Strecke unter Berücksichtigung der DA- bzw. AD-Umsetzer</li> <li>• zeitdiskrete Beschreibung der Regelstrecke als Zustandsgleichung oder z-Übertragungsfunktion</li> <li>• Analyse von Abtastsystemen, Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit</li> <li>• Regelungssynthese: Steuerungsentwurf, Zustandsregelung und Beobachterentwurf, Störungen im Regelkreis, Berücksichtigung von Totzeiten, Intersampling-Verhalten".</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Aufbau und Bedeutung digitaler Regelkreise.</li> <li>• leiten mathematische Beschreibungen des Abtastsystems in Form von Zustandsgleichungen oder z-Übertragungsfunktionen her.</li> <li>• analysieren Abtastsysteme und konzipieren digitale Regelungssysteme auf Basis quasikontinuierlicher sowie zeitdiskreter Vorgehensweisen.</li> <li>• entwerfen Steuerungen, Regelungen und Beobachter und bewerten die erzielten Ergebnisse.</li> <li>• diskutieren abtastregelungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse im Vergleich mit dem kontinuierlichen Systemverhalten.</li> </ul>                   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Es wird empfohlen folgende Module zu absolvieren, bevor dieses Modul belegt wird:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelungstechnik A (Grundlagen) (RT A) oder Einführung in die Regelungstechnik (ERT)</li> <li>• Regelungstechnik B (Zustandsraummethoden) (RT B)</li> </ul>   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br/> Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)<br/> Schriftliche Prüfung (Klausur, mit 90 Minuten Dauer).</p>  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

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

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*1. Einleitung*</p> <p>Generelle Aspekte<br/>Folgerungen für die Vorlesung Elektrische Antriebstechnik<br/>Blockschaltbild eines Drehstromantriebssystems</p> <p>*2. Grundlagen*</p> <p>2.1 Motor und Lastmaschine<br/>2.2 Übersicht der elektrischen Antriebe</p> <p>*3. Stromrichter für Gleichstromantriebe an Gleichstromquellen*</p> <p>*4. Übersicht Drehstromantriebe*</p> <p>*5. Stromrichter mit Gleichspannungs-Zwischenkreis (Drehstrom)*</p> <p>5.1 Variable Zwischenkreisspannung und blockförmige Motorspannung<br/>5.2 Konstante Zwischenkreisspannung und sinusförmiger Motorstrom<br/>5.3 Konstante Zwischenkreisspannung und blockförmiger Motorstrom</p> <p>*6. Netzgeführte Stromrichter*</p> <p>6.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstromantriebe<br/>6.2 Netzgeführte Stromrichter für Drehstromantriebe<br/>6.2.1 Stromrichter mit Gleichstrom-Zwischenkreis<br/>6.2.2 Direktumrichter</p> <p>*7. Andere Topologien*</p> <p>7.1 Matrixumrichter<br/>7.2 Doppeltgespeiste Asynchronmaschine</p> <p>*8. Digitale Regelung und Steuerung (Hardware)*</p> <p>8.1 Blockschaltbild<br/>8.2 Microcontroller<br/>8.3 PLD, FPGA, ASIC<br/>8.4 Zeitscheiben und Interrupt<br/>8.5 Abtastung</p> <p>*9. Drehzahl- und Positionsgeber*</p> <p>9.1 Analogtacho<br/>9.2 Impulsgeber<br/>9.3 Resolver</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Ziel:*</p> <p>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.</p> <p>*Lernziele:*</p>   |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>*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.</p> <p>*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.</p> <p>*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.</p> <p>*Netzgeführte Stromrichter:* Die Studierenden beschreiben Aufbau und Funktionsweise der Diode und des Thyristors. Sie fertigen Schaltbilder verschiedener Stromrichter an und untersuchen und bewerten die Stromüberschwingungen 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.</p> <p>*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 Stromrichtererkaskade.</p> <p>*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.</p> <p>*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.</p> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung und Übung Leistungselektronik wird sehr empfohlen!  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Skript                                  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96570 | <b>Elektrische Maschinen I</b><br>Electrical machines I   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p> *Elektrische Maschinen I* <br/> *Einleitung*<br/> *Gleichstrommotoren:* Aufbau und Wirkungsweise, Spannung, Drehmoment und Leistung, Kommutierung und Wendepole, Ankerrückwirkung und Kompensationswicklung, Permanent-erregte Gleichstrommaschine Schaltungen und Betriebsverhalten</p> <p>*Drehstrommotoren:* Allgemeines zu Drehfeldmaschinen, Drehfeldtheorie, Asynchronmaschine mit Schleifring- und Käfigläufer, Elektrisch erregte Synchronmaschine, Permanent-erregte Synchronmaschine<br/>  *Electric machines I* <br/> *Introduction*</p> <p>*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<br/> *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<br/> *Ziel*<br/> 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.<br/> *Aim:*</p> <p>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.</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Gleichstrommaschine, die Asynchronmaschine und die Synchronmaschine zu benennen und deren Betriebseigenschaften darzulegen,</li> <li>• die Maxwell'sche Theorie zur Beschreibung und Voraussage der in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder anzuwenden,</li> <li>• die in elektrischen Maschinen vorkommenden Luftspaltfelder und deren harmonischen Anteile zu ermitteln und hinsichtlich ihrer Einflüsse auf das Betriebsverhalten zu klassifizieren,</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Skript<br><br>Script accompanying the lecture  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96580 | <b>Elektromagnetische Verträglichkeit</b>                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Elektromagnetische Verträglichkeit (2 SWS)<br>Übung: Ü-EMV (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Daniel Kübrich<br>Daniel Breidenstein                                |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Jeannette Konhäuser<br>Dr.-Ing. Daniel Kübrich  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Dieses Modul dient als Einführung in die grundlegende Problematik der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Es werden sowohl die Störemissionen, d.h. die Störaussendung auf Leitungen und als Abstrahlung als auch die Empfindlichkeit von elektronischen Geräten gegenüber den von außen kommenden Störungen betrachtet. Ausgehend von den in den unterschiedlichen Frequenzbereichen maximal zugelassenen Störpegeln werden neben den jeweils anzuwendenden Messverfahren insbesondere die technischen Möglichkeiten im Vordergrund stehen, die zur Reduzierung der Störemissionen bzw. zur Erhöhung der Störfestigkeit von Schaltungen beitragen.</p> <p>Es werden konkrete Fragestellungen der EMV, wie z.B. Störpegel auf Leitungen, Koppelmechanismen, Störpegel von abgestrahlten Feldern usw. berechnet und aus den Ergebnissen Maßnahmen zur Verbesserung der EMV-Situation abgeleitet. Neben den Rechenübungen werden zu den folgenden Themen praktische Messungen vorgenommen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Symmetrische und asymmetrische Störströme</li> <li>• Ersatzschaltbilder von Filterkomponenten</li> <li>• Netzfilterdämpfung</li> <li>• Koppelmechanismen</li> <li>• Reduzierung von Feldern durch Schirmung / Spiegelung</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Besonderheiten der EMV-Messtechnik zu verstehen,</li> <li>• die aktuellen Normen zu verstehen und anzuwenden,</li> <li>• die unterschiedlichen Koppelmechanismen zu verstehen und auf die Störprobleme in Schaltungen und Systemen anzuwenden,</li> <li>• die Störsituation bei Schaltungen zu bewerten und Maßnahmen zur Entstörung zu entwickeln.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)<br>Klausur, Schriftlich, Dauer 90 min |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)<br>100 % der Klausur                        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                      |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                    |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97840 | <b>Hauptseminar Elektromagnetische Verträglichkeit</b><br>Advanced seminar: Electromagnetic compatibility   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Daniel Kübrich   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In diesem Seminar werden Präsentations- und Arbeitstechniken demonstriert, mit denen sich Vorträge und erforderliches Begleitmaterial erstellen lassen. Studierende wenden diese zur Erstellung eines Vortrags mit Begleitliteratur anhand von aktuellen, interessanten Themen innerhalb eines stetig wechselnden Schwerpunktthemas im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit an. Themengebiete sind beispielsweise:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• abgestrahlte elektromagnetische Störungen</li> <li>• Aufbau und Einsatz von Filtern</li> <li>• Störfestigkeitsschaltpläne für praktische Schaltungen</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erforderliche Literatur aufzufinden, zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• sich eigenständig in ein Themengebiet einzuarbeiten,</li> <li>• Grundzüge der Präsentationstechniken anzuwenden,</li> <li>• eine Präsentation mit Begleitmaterial für ein Fachpublikum zu entwickeln,</li> <li>• einen Vortrag im vorgegebenen Zeitrahmen durchzuführen,</li> <li>• Sachverhalte unter Fachleuten zu diskutieren.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Modul EMV   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Schriftliche Ausarbeitung 10 - 15 Seiten<br>Vortrag 30 min   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Seminarleistung (100%)<br/>Gesamtnote der Seminarleistung setzt sich wie folgt zusammen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schriftliche Ausarbeitung: 20% (10-15 Seiten im Fließtext)</li> <li>- Präsentationsfolien: 20% (Präsentation Dauer 30 min)</li> <li>- Arbeitsweise und fachlicher Inhalt: 30%</li> </ul>   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | - Vortrag: 25%<br>- Diskussion: 5%   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 15 h<br>Eigenstudium: 60 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterlagen zum Modul „Elektromagnetische Verträglichkeit“</li> <li>• Informationen zur Literatursuche und zu Präsentationstechniken</li> <li>• Muster von Ausarbeitungen und Präsentationsfolien</li> <li>• Technische Literatur im Themengebiet</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96230 | <b>Hochleistungsstromrichter für die Elektrische Energieversorgung</b><br>High-power converters in electrical power   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther<br>Dr.-Ing. Gert Mehlmann   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netzgeführte Stromrichter: Dreipulsige Elementarstromrichter - sechspulsige Stromrichter - zwölfpulsige Stromrichter - höherpulsige Stromrichter</li> <li>• Beschreibung von Stromrichtersystemen im Zustandsraum: Berechnung des stationären Betriebes als periodische Folge von Schaltvorgängen im Zustandsraum - Resonanz in sechspulsigen Stromrichtersystemen - stationärer Betrieb zwölfpulsiger Stromrichtersysteme</li> <li>• Netzgeführte Drehstromsteller: Gesteuerte Drehstromsteller - Einfluss des Nullsystems auf den Stellerbetrieb - dynamische Reihen- und Parallelkompensation - Resonanzen und ihre Vermeidung</li> <li>• Selbstgeführte Stromrichter: Grundsaltungen - Erzeugung der Ausgangsspannungen von Spannungsumrichtern - stationärer Betrieb im Drehstromnetz - vollständige Lastflusssteuerung - Resonanzen und ihre Vermeidung</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die stationären Betriebsvorgänge in Drehstromsystemen mit leistungselektronischen Betriebsmitteln (Stromrichtersysteme).</li> <li>• analysieren und bewerten unterschiedliche Varianten von Stromrichterschaltungen und deren Verschaltung mit dem Drehstromsystem</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Verfahren zur Berechnung und Bewertung der charakteristischen Kenngrößen typischer Schaltungsvarianten an.</li> <li>• entwickeln ausgehend von dreipulsigen Elementarstromrichtern Verfahren zur Berechnung höherpulsiger Stromrichter und von dynamischen Kompensationsanlagen im Zustandsraum.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfehlung: Grundlagen der elektrischen Energieversorgung sind für das Verständnis nötig.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (90 Minuten)<br>Die Prüfung erfolgt mündlich 30 min lang.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Herold, G.: Elektrische Energieversorgung V. Stromrichter in Drehstromnetzen. Wilburgstetten: J. Schlembach Fachverlag, 2009  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92523 | <b>Halbleitertechnik III -<br/>Leistungshalbleiterbauelemente (HL III)</b><br>Semiconductor technology III - Power semiconductor components (HL III)                                  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr. Tobias Erlbacher  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>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 Leistungsbau-elemente besprochen.</p> <p>Zunächst werden Bipolarleistungsdioden und Schottkydioden als gleichrichtende Bauelemente vorgestellt.</p> <p>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.</p> <p>Nach einer Vorstellung von in Logikschaltungen integrierter Leistungsbau-elemente (Smart-Power ICs) erfolgt abschließend die Diskussion von neuartigen Bauelementkonzepten auf Siliciumkarbid und Galliumnitrid, welche immer stärker an Bedeutung gewinnen.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <p>Fachkompetenz</p> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Aufbau und die Funktion sowie die elektrischen Eigenschaften gängiger Leistungshalbleiterbauelemente</li> <li>• vergleichen Leistungshalbleiterbauelemente auf "Wide-Bandgap"-Materialien (SiC, GaN).</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Leistungsbau-elemente hinsichtlich statischen und dynamischen Verlusten und Belastungsgrenzen</li> <li>• diskutieren die Möglichkeiten und Grenzen gängiger Leistungshalbleiterbauelemente</li> <li>• unterscheiden Integrationskonzepte für Leistungshalbleiterbauelemente in integrierte Schaltungen</li> </ul>   |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | 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 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Power Semiconductor Devices, B. J. Baliga, Springer, New York, 2008 ISBN: 978-0-387-47313-0</li> <li>• Halbleiter-Leistungsbaulemente, Josef Lutz, Springer, Berlin, 2006 ISBN: 978-3-540-34206-9</li> <li>• Leistungselektronische Bauelemente für elektrische Antriebe, Dierk Schröder, Berlin, Springer, 2006 ISBN: 978-3-540-28728-5</li> <li>• Physics and Technology of Semiconductor Devices, A. S. Grove, Wiley, 1967, ISBN: 978-0-471-32998-5</li> <li>• Power Microelectronics - Device and Process Technologies, Y.C. Liang und G.S. Samudra, World Scientific, Singapore, 2009 ISBN: 981-279-100-0</li> <li>• Power Semiconductors, S. Linder, EFPL Press, 2006, ISBN: 978-0-824-72569-3</li> <li>• V. Benda, J. Gowar, D. A. Grant, Power Semiconductor Devices, Wiley, 1999</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96370 | <b>Pulsumrichter für elektrische Antriebe</b><br>Pulse-controlled converters for electrical drives                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS)<br>Vorlesung: Pulsumrichter für elektrische Antriebe (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Jens Igney<br>Alexander Pfannschmidt   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Jens Igney   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Bauelemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- IGBTs und Dioden</li> <li>- Entwärmung</li> <li>- Kondensatoren</li> </ul> <p>Theorie selbstgeführter Stromrichter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Schaltungen von selbstgeführten Stromrichter</li> <li>- Grundfrequenzsteuerung</li> <li>- Trägerverfahren</li> <li>- Drehzeiger / Raumzeigermodulation</li> <li>- Harmonic Distortion Factor</li> </ul> <p>Gleichstromsteller</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiefsetzsteller</li> <li>- Hochsetzsteller</li> <li>- Zweiquadrantensteller</li> <li>- Vierquadrantensteller</li> </ul> <p>Dreiphasiger Pulsumrichter</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einspeisestromrichter, Gleichrichter</li> <li>- Einspeisestromrichter, rückspeisefähig</li> <li>- Pulsumrichter für permanenterregte Synchronmaschinen mit Blockstrom</li> <li>- Dreiphasiger Wechselrichter</li> <li>- Verluste</li> </ul> <p>Unerwünschte Effekte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Niederfrequente Netzharmonische</li> <li>- Ableitströme, Funkstörspannung, Lagerströme</li> <li>- Kabel, Reflexion, erhöhte Motorspannungen</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p><b>Bauelemente im Pulsumrichter:</b> 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</p>   |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>der Datenblätter dieser Bauelemente zu entnehmen, um damit den Leistungskreis zu konzipieren.</p> <p><b>Theorie selbstgeführter Stromrichter:</b> 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 bewerten verschiedene Modulationsverfahren mit Hilfe Leistungskenngrößen wie dem Harmonic Distortion Factor. Sie leiten daraus die Belastung der Bauelemente ab und berücksichtigen dies bei der Konzeption des Leistungskreises.</p> <p><b>Gleichstromsteller:</b> 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.</p> <p><b>Dreiphasige Pulsrichter:</b> 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.</p> <p><b>Unerwünschte Effekte:</b> Die Studierenden nennen unerwünschte Effekte, welche durch den Einsatz eines Pulswechselrichters am Motor entstehen und beschreiben mögliche Abhilfemaßnahmen, die sie in ihrer Konzeption berücksichtigen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Leistungselektronische Grundkenntnisse   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Felix Jenni, Dieter Wüest: "Steuerverfahren für selbstgeführte Stromrichter"</li><li>• Semikron Applikationshandbuch</li></ul> |
|----|--------------------------|--|

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96670 | <b>Schaltnetzteile</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Schaltnetzteile (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Schaltnetzteile (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum<br>Samuel Faber                                   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum<br>Dr.-Ing. Daniel Kübrich   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In "Schaltnetzteile" werden die Grundprinzipien der hochfrequent getakteten leistungselektronischen Schaltungen behandelt. Neben den unterschiedlichen Netzteiltopologien werden insbesondere die verschiedenen durch die hochfrequente Betriebsweise entstehenden Probleme behandelt.<br>Außerdem werden Methoden zur Berechnung der grundlegenden Schaltnetzteilmfamilien, zur Ermittlung von Schaltverlusten, zum Design von Entlastungsnetzwerken sowie ein erstes Konzept zur regelungstechnischen Beschreibung von Netzteilen mit PWM- Regelung vermittelt.  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:<br>- Basistopologien und deren Betriebsarten zu analysieren,<br>- die Funktionsweise PWM-geregelter Topologien zu erarbeiten und die zugehörigen Kennwerte zu bewerten,<br>- die Notwendigkeit von Netztrennung sowie mögliche Maßnahmen zur Erlangung derselben zu verstehen,<br>- grundlegende netztrennende Topologien zu analysieren,<br>- Schaltverluste sowie deren Reduzierung mit Hilfe von Entlastungsnetzwerken zu bewerten,<br>- regelungstechnische Beschreibung PWM-getakteter Konverter im kontinuierlichen Betrieb mittels der Methode des In-Circuit-Averaging zu analysieren. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)<br>mündliche Prüfung, Dauer 30 min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)<br>100% der mündlichen Prüfung   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Begleitende Arbeitsblätter</li><li>• Fundamentals of Power Electronics, Erickson W. Robert, Springer Verlag</li></ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96680 | <b>Thermisches Management in der Leistungselektronik</b><br>Thermal management in power electronics   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS)<br>Übung: Übungen zu Thermisches Management in der Leistungselektronik (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Stefanie Büttner<br>Prof. Dr. Martin März   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Martin März  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des thermischen Managements</li> <li>• Komponenten des thermischen Managements</li> <li>• Anwendungs- und Auslegungsbeispiele</li> <li>• Bauelemente unter Temperaturbelastung</li> <li>• Thermische Meßtechnik</li> <li>• Elektrisch-thermische Modellierung</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | 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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur von 90 min Dauer   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94967 | <b>Machine Learning for Control Systems</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Dr.-Ing. Andreas Michalka  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>The lecture teaches the basic concepts of machine learning methods, which are currently increasingly being used in control engineering. The applications range from simple parameter identification tasks to control methods based entirely on machine learning.</p> <p>Lecture contents:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic Concepts of Machine Learning and Stochastic Processes</li> <li>• Iterative Learning Control</li> <li>• Linear Regression</li> <li>• Gaussian Process Regression</li> <li>• Logistic Regression and Support Vector Machine</li> <li>• Artificial Neural Networks</li> <li>• Reinforcement Learning</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successful completion of the module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the basic concepts of machine learning and the optimization methods used for it as well as the application of such methods in control engineering.</li> <li>• distinguish between and explain in detail the functional principles of different machine learning methods.</li> <li>• apply various methods of machine learning to the design of control systems.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended prior knowledge: Basics of advanced mathematics and control theory   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43130 | <b>Elektronik programmierbarer Digitalssysteme</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 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  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Robert Weigel  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45291 | <b>Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe)</b><br>Applied thermo-fluid dynamics (Power train systems) | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Exkursion: Angewandte Thermofluiddynamik (Fahrzeugantriebe) Exkursion (1 SWS)                                  | 1 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing   |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Sebastian Rieß<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Wensing   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p><b>Motorische Verbrennung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Funktionsweise von Hubkolbenmotoren im Vergleich zu anderen Wärmekraftmaschinen, 2- und 4-Taktverfahren, Otto- und Dieselmotoren, Regelungsverfahren, Marktsituation</li> <li>• Bauformen von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Kraftstoffe und ihre Eigenschaften, Kraftstoff-Kenngrößen in der motorischen Verbrennung</li> <li>• Kenngrößen von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Konstruktionselemente: Zylinderblock, Zylinderkopf, Kurbeltrieb, Kolbenbaugruppe, Ventiltrieb, Steuertrieb</li> <li>• Motormechanik: Mechanische Belastungen am Beispiel des Massenausgleichs in Mehrzylindermotoren und des Ventiltriebs</li> <li>• Thermodynamik des Verbrennungsmotors: Vergleichsprozessrechnung offene und geschlossene Vergleichsprozesse</li> <li>• Ladungswechsel, Kenngrößen des Ladungswechsels, Aufladung von Verbrennungsmotoren: Turbo- und mechanische Aufladung</li> <li>• Einspritz- und Zündsysteme, Steuerung- und Regelung von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Gemischbildung / Verbrennung / Schadstoffe in Otto- und Dieselmotoren, gesetzl. vorgeschriebene Prüfzyklen</li> </ul> <p><b>Brennstoffzellen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen und Aufbau einer Brennstoffzelle</li> <li>• Thermodynamik der Brennstoffzelle</li> <li>• Einordnung Brennstoffzellentechnologie in Transport und Verkehr</li> <li>• Verschiedene Arten von Brennstoffzellen</li> <li>• Alterungsvorgänge von Brennstoffzellen</li> <li>• Fahrzeugperipherie von Brennstoffzellen</li> <li>• Zukünftige Brennstoffzellensysteme</li> </ul> <p><b>Batterieelektrische Systeme:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batterietechnik: Grundlagen</li> <li>• Ladeverhalten von Li-Ionen-Akkus</li> <li>• Alterungsvorgänge von Li-Ionen-Akkus</li> <li>• BEV – Aufbau bis Stand der Technik</li> <li>• Zukunftstechnologien</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Grundlagen, Begriffe und Kenngrößen der Motoren, Brennstoffzellen- und Akkumulatortechnik</li> <li>• Kennen Bauformen und Prozessführung von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen</li> <li>• Kennen die Bauteile/Baugruppen, Bauformen und wesentliche Berechnungsverfahren von Verbrennungsmotoren, Brennstoffzellen (inkl. Peripherie) und batterieelektrischen Systemen und können diese anwenden und weiterentwickeln</li> <li>• Können Zusammenhänge zwischen Kraftstoffeigenschaften und motorischen Brennverfahren und Maschinenausführungen herstellen und weiterentwickeln</li> <li>• Können Wirkungsgrade unterschiedlicher Antriebssysteme anhand von (Vergleichs#)Prozessrechnungen analysieren, bewerten und weiterentwickeln</li> <li>• Kennen Ladungswechselsysteme für Otto- und Dieselmotoren, deren Eigenschaften und Kenngrößen, kennen Auflade-Systeme und grundlegende Berechnungen von Auflade-Systemen</li> <li>• Kennen typische Gemischbildungs- und Zündsysteme, Regelverfahren von Verbrennungsmotoren</li> <li>• Kennen Peripherie- und Versorgungssysteme von Brennstoffzellen und batterieelektrischen Systemen und können grundlegende charakteristische Größen berechnen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>Klausur, schriftlich 120min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merker, Teichmann(Hrsg.): Grundlagen Verbrennungsmotoren, Springer (2018)</li> <li>• van Basshuysen, Schäfer (Hrsg.): Handbuch Verbrennungsmotor, Springer (2017)</li> </ul>   |

- 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 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92552 | <b>Grundlagen der elektrischen Maschinen</b><br>Electrical Power Engineering (MT)   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Jens Igney   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Ausgehend von den physikalischen Grundlagen wird die Wirkungsweise industrieller elektrischer Maschinen abgeleitet. Für Gleichstrommaschine und Synchronmaschine und Asynchronmaschine werden Kennlinien erarbeitet anhand der stationäre Betriebspunkte berechnet werden.</p> <p>Based on the physical basics, the principle of operation of industrial electrical machines is derived. For DC machines, synchronous machines and induction machines, characteristic curves are developed on the basis of which steady-state operating points are calculated.</p> <p>Inhaltliche Gliederung:<br/> <b>Physikalische Grundlagen:</b> Durchflutungsgesetz, Induktionsgesetz, des Magnetischer Kreis, ferromagnetische Materialeigenschaften, Lorenz-Kraft, Induktivität.<br/> <b>Gleichstrommaschine:</b> Kommutator, Wendepolwicklung und Kompensationswicklung, Schleifen- und Wellenwicklung, Kennlinien (fremderregte Maschine, Nebenschlussmaschine, Reihenschlussmaschine), stationäre Betriebspunkte, konventionelle Drehzahlstellung<br/> <b>Drehfeldmaschine:</b> Strombelag, Grundwellenmaschine, Drehfeld, Flussverkettung, Gegeninduktivität, Spannungsgleichungen<br/> <b>Synchronmaschine:</b> Ersatzschaltbild, Zählpeilsysteme, Zeigerdiagramm, Stromortskurve, Leistungsbilanz<br/> <b>Asynchronmaschine:</b> Schleifring- und Kurzschlussläufer, Schlupf, Ersatzschaltbild, Leistungsbilanz, Stromortskurve (Kreisdiagramm), Kloss'sche Kennlinie, konventionelle Drehzahlstellung</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, sich den Aufbau und die Funktionsweise industrieller Maschinen anhand der physikalischen Grundgesetze und Materialeigenschaften zu erklären und Kennlinien für den stationären Betrieb abzuleiten. Die Studierenden berechnen anhand der Kennlinien stationäre Betriebspunkte mit konventioneller Drehzahlstellung, erstellen und interpretieren die dazugehörigen Zeigerbilder und berechnen Verluste und Wirkungsgrad der Maschine.</p> <p>After participating in the module, students will be able to explain the design and principle of operation of industrial machines based on the basic laws of physics and material properties and derive characteristic</p>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | curves for steady-state operation. Using the characteristic curves, the students calculate steady-state operating points with conventional speed setting, create and interpret the associated phasor diagrams and calculate losses and efficiency of the machine. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrotechnik, insbesondere die komplexe Wechselstromrechnung werden vorausgesetzt.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur mit MultipleChoice (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92580 | <b>Grundlagen der Elektrotechnik III</b><br>Foundations of electrical engineering III   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umfang und Bedeutung der elektrischen Messtechnik</li> <li>• Die Grundlagen des Messens</li> <li>• Fourier-Transformation</li> <li>• Laplace-Transformation</li> <li>• Netzwerkanalyse im Zeit- und Laplace-Bereich</li> <li>• Übertragungsfunktion und Bode-Diagramm</li> <li>• Nichtlineare Bauelemente, Schaltungen und Systeme</li> <li>• Operationsverstärker</li> <li>• Messverstärker</li> <li>• Messfehler</li> <li>• Messung von Gleichstrom und Gleichspannung</li> <li>• Ausschlagbrücken</li> <li>• Abgleichbrücken, Messung von elektrischen Impedanzen</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen die behandelten Verfahren gemäß ihrer Eignung für spezifische Probleme (Zeit-/Frequenzbereich, Linear/ Nichtlinear) ein.</li> <li>• wählen geeignete Verfahren zur Analyse elektrischer Netzwerke aus und wenden diese an.</li> <li>• interpretieren die Ergebnisse und zeigen Zusammenhänge zwischen den Lösungsverfahren auf.</li> <li>• kennen einfache Grundsaltungen mit Operationsverstärkern und sind in der Lage, diese zu analysieren.</li> <li>• kennen die behandelten Messschaltungen und ihre Einsatzmöglichkeiten.</li> <li>• analysieren Brückenschaltungen.</li> <li>• wenden grundlegende Konzepte der Messfehlerrechnung auf Messschaltungen an.</li> <li>• reflektieren selbstständig den eigenen Lernprozess und nutzen die Präsenzzeit zur Klärung der erkannten Defizite.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrotechnik I und II   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Lehrbuch: Elektrische Messtechnik", R. Lerch, 7. Aufl. 2016, Springer-Verlag<br><br>Übungsbuch: Elektrische Messtechnik Übungen", R. Lerch, M. Kaltenbacher, F. Lindinger, A. Sutor, 2. Aufl. 2005, Springer-Verlag |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92590 | <b>Halbleiterbauelemente</b><br>Semiconductor devices   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Schulze  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | 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 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden<br>Fachkompetenz<br>Verstehen <ul style="list-style-type: none"> <li>verstehen grundlegende physikalische Vorgänge (u.a. Drift, Diffusion, Generation, Rekombination) im Halbleiter</li> <li>interpretieren Informationen aus Bänderdiagrammen</li> </ul> Anwenden <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Funktionsweisen moderner Halbleiterbauelemente</li> <li>berechnen Kenngrößen der wichtigsten Bauelemente</li> <li>übertragen - ausgehend von den wichtigsten Bauelementen, wie Dioden, Bipolartransistoren und Feldeffekttransistoren - diese Funktionsprinzipien auf Weiterentwicklungen für spezielle Anwendungsgebiete wie Leistungselektronik oder Optoelektronik</li> </ul> Analysieren <ul style="list-style-type: none"> <li>diskutieren das Verhalten der Bauelemente z.B. bei hohen Spannungen oder erhöhter Temperatur</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlagen der Elektrotechnik I  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsskript, am LEB erhältlich</li> <li>• R. Müller: Grundlagen der Halbleiter-Elektronik, Band 1 der Reihe Halbleiter-Elektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2002</li> <li>• D.A. Neamen: Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, McGraw-Hill (Richard D. Irwin Inc.), 2002</li> <li>• Th. Tille, D. Schmitt-Landsiedel: Mikroelektronik, Springer-Verlag, Berlin, 2004</li> <li>• S.K. Banerjee, B.G. Streetman: Solid State Electronic Devices, Prentice Hall, 2005</li> </ul> |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Halbleiterbauelemente: Diode, Bipolartransistor, MOSFET</li> <li>• Transistor-Grundsaltungen: Arbeitspunkte, Großsignal-, Kleinsignalverhalten</li> <li>• Verstärker: Stromquellen, Differenzverstärker, Impedanzwandler</li> <li>• Operationsverstärker, innerer Aufbau, Modelle, Anwendungen</li> <li>• Digital-Analog-/Analog-Digital-Umsetzer: Grundsaltungen, Modelle, Anwendungen</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweisen von Halbleiterschaltungen wie Dioden- und Transistorgrundsaltungen, Verstärkern, Operationsverstärkern und Analog-Digital-/Digital-Analog-Umsetzern und können diese erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Schaltungen durch eine Zerlegung in grundlegende Funktionsblöcke analysieren und diese in ihrer Funktion beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Entwicklungsmethodik beim Entwurf von grundlegenden Halbleiterschaltungen und können diese dimensionieren.</li> <li>• Die Studierenden können eine einfache, abstrakte Funktionsbeschreibung in grundlegende Halbleiterschaltungen abbilden und diese zur Erfüllung der abstrakten Funktion auslegen.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In dieser Vorlesung werden die weiterführenden Konzepte der Schaltnetzteiltechnologie behandelt. Nach einer kurzen Wiederholung der Schaltverluste werden folgende Methoden zur Reduktion derselben beispielhaft erörtert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nicht dissipative Entlastungsnetzwerke</li> <li>- Schalter-resonante Konverter (QRC-ZCS, QRC-ZVS)</li> <li>- Last-resonante Konverter (FHA, eFHA, SPA)</li> <li>- Vollbrücke mit Regelung mittels Phasenverschiebung</li> <li>- PWM-Konverter mit resonanten Schaltübergängen</li> </ul> <p>Die Übung vertieft die in der Vorlesung erarbeiteten Methoden an zusätzlichen Beispielen und demonstriert diese an praktischen Aufbauten.</p>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methoden zur Schaltverlustleistungsreduktion anzuwenden,</li> <li>• die Funktionsweise nicht dissipativer Entlastungsnetzwerke zu analysieren und diese zu entwickeln,</li> <li>• resonante Topologien sowohl der Familie der Schalter- als auch der Last-resonanten Schaltungen zu analysieren sowie die erzielten Ergebnisse zu bewerten,</li> <li>• Schalter-resonante Konverter zu entwickeln,</li> <li>• Berechnungsmethoden im Bereich Last-resonanter Konverter auf Basis verschiedener Designmethoden (FHA, eFHA, SPA) anzuwenden und zu bewerten,</li> <li>• weit verbreitete Konzepte zur Modifikation PWM geregelter Konverter zu verstehen und anzuwenden.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Modul  Leistungselektronik <br>Empfohlen: Modul  Schaltnetzteile   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer: 30 min   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)<br>mündliche Prüfung 100%  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96040 | <b>Berechnung und Auslegung Elektrischer Maschinen</b><br>Analysis and design of electrical machines  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS)<br>Vorlesung: Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Zidan Zhao<br>Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Ziel:*</p> <p>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.</p> <p>*Aim:*</p> <p>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.</p> <p>*Inhalt:*</p> <p>Berechnungsmethoden:<br/>Physikalische Vorgänge in elektrischen Maschinen; Maxwell'sche Gleichungen in integraler und differentieller Form; Mechanismen der Krafterzeugung; einfaches Spulenmodell als elektrische Elementarmaschine; Wicklungsanalyse; Wicklungsentwurf; Nutenspannungstern; Magnetkreisanalyse; magnetisches Netzwerk; magnetische Widerstände und Leitwerte; Streuleitwerte; Finite-Differenzen-Methode; Finite-Elemente-Methode; Thermisches Verhalten;<br/>Entwurf und Auslegung:<br/>Strombelag; Luftspaltflussdichte; Kraftdichte; Entwurfsmodell für elektrische Maschinen; Wachstumsgesetze;<br/>Auslegung elektrischer Maschinen; Analytisch-numerische Methoden; Optimierungsmethoden</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundsätzlichen Methoden zur Berechnung und Auslegung elektrischer Maschinen anzuwenden und das dynamische, sowie stationäre Betriebsverhalten elektrischer Maschinen vorauszusagen,</li> <li>• vorgegebene Magnetkreise und Wickelschemata elektrischer Maschinen zu untersuchen, vergleichend</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>gegenüberzustellen und hinsichtlich der Auswirkungen auf die Betriebseigenschaften der elektrischen Maschine zu charakterisieren. Sie können für spezielle Vorgaben an das Betriebsverhalten geeignete Magnetkreisstrukturen und Wickelschemata auswählen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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,</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung: Elektrische Maschinen I<br>Übung: Elektrische Maschinen I  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur, 90min  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript  |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96090 | <b>Digitale elektronische Systeme</b><br>Digital electronic systems   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Digitale elektronische Systeme (3 SWS)<br>Übung: Übungen zu Digitale elektronische Systeme (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Torsten Reißland<br>Albert-Marcel Schrotz<br>Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel                                     |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analog-Digital-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Digital-Analog-Umsetzer: Qualitätsmerkmale, Messtechnik, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Programmierbare Logikschaltungen (PLD, FPGA): Grundlegende Konzepte, Kategorien, Hardwarearchitekturen</li> <li>• Digitale-Filter: Theorie, Eigenschaften, Entwicklung und Implementierung und IIR und FIR Filtern</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Die Studierenden können die Einflüsse von nichtidealen Bauelementen auf digitale elektronische Systeme analysieren</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Funktion, die Eigenschaften, die Entwicklungsmethodik sowie die Implementierung von digitalen Filtern und könne diese erläutern</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | Unregelmäßig  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96120 | <b>Elektrische Antriebstechnik II</b><br>Electrical drives II   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p> *Elektrische Antriebstechnik II* <br/> *Regelung drehzahlveränderbarer Antriebe (Übersicht)*<br/> *Regelung der Gleichstrommaschine*<br/> *U/f-Steuerung von Drehstromantrieben*<br/> *Regelung von Drehstromantrieben:* Feldorientierte Regelung mit Geber:<br/> Asynchronmaschine, Permanenterregte Synchronmaschine mit Sinusstrom, Elektrisch erregte Synchronmaschine; Direktumrichter; Stromrichter-motor; Asynchronmaschine mit Phasenfolgelösung; Permanenterregte Synchronmaschine mit Blockstrom<br/> *Vergleich der Eigenschaften von Antrieben mit Pulsumrichter und Asynchronmaschine und elektr./perm. erregter Synchronmaschine<br/> Digitale Feldbusse:* Einleitung, Grundlegende Eigenschaften, Beispiele<br/>  *Electrical Drives (Part II)* <br/> *Control of speed-adjustable drives (overview)*<br/> *Closed-loop control for DC-drives*<br/> *V/f-control for three-phase AC-drives*<br/> *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<br/> *Comparison of inverter-fed drives with asynchronous machine, synchronous machine with electrical and permanent magnet excitation<br/> Digital field busses:* Introduction, Basic features, Examples</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Ziel*<br/> Die Studierenden entwerfen und berechnen die klassischen Strukturen der Regelung von Gleichstrom- und Drehfeldantrieben, mit besonderem Gewicht auf der Feldorientierten Regelung.<br/> *Lernziele:*<br/> *Regelung der Gleichstrommaschine:* Die Studierenden erstellen das Blockschaltbild der klassischen Kaskadenregelung der Gleichstrommaschine und wählen geeignete Übertragungsfunktionen für den Strom-, Drehzahl und Lageregelkreis.<br/> *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</p>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>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.</p> <p><b>*Lagegeberlose Regelung:*</b> 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.</p> <p><b>*Direct Torque Control:*</b> 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.</p> <p><b>*Digitale Feldbusse:*</b> 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.</p> <p>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</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |

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

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96130 | <b>Elektrische Kleinmaschinen</b><br>Small electrical machines  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Grundlagen: Definitionen, Kraft-/Drehmomentenerzeugung, elektromechanische Energiewandlung</p> <p>Aufbau, Wirkungsweise und Betriebsverhalten von: Universalmotor, Glockenankermotor, PM-Synchronmaschine, Spaltpolmotor, Kondensatormotor, geschaltete Reluktanzmaschine, Schrittmotoren, Klauenpolmotor.</p> <p>Basics: Definitions, force and torque production, electromagnetic energy conversion</p> <p>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</p> <p><b>*Ziel*</b></p> <p>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.</p> <p><b>*Aim:*</b></p> <p>After the participation the students are able to analyze the different machine concepts of small electric machines concerning their basic functionality and operating behaviour, and to evaluate their applicability to industrial problems.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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,</li> <li>• 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,</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• zwischen den unterschiedlichsten Maschinekonzepten zu unterscheiden, diese für einen gegebenen Anwendungsfall gegenüberzustellen und auszuwählen,</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>90 minütige schriftliche Prüfung.<br><br>90 minutes enduring written exam.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript<br><br>Script accompanying the lecture   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96160 | <b>Elektrische Maschinen II</b><br>Electrical machines II   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Elektrische Maschinen II (2 SWS)<br>Vorlesung: Elektrische Maschinen II (2 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Ziel:*</p> <p>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.</p> <p>*Aim:*</p> <p>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.</p> <p>*Inhalt:*</p> <p>Physikalische Grundlagen; elektromechanische Energieumformung; Kraft- und Drehmomentenerzeugung;</p> <p>Energieeffizienz; Wirkungsgrad; elektromagnetisch gekoppelte Spulen als Elementarmaschine;</p> <p>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;</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>den industriellen Entwicklungsprozess elektrischer Maschinen wiederzugeben und die unterschiedlichen Fertigungstechnologien bei elektrischen Maschinen zu nennen,</li> <li>die allgemeine Theorie zur Beschreibung des dynamischen Betriebsverhaltens elektrischer Maschinen auf unterschiedliche Maschinenkonzepte anzuwenden, die</li> </ul>   |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>das Betriebsverhalten beschreibenden mathematischen Zusammenhänge aufzustellen und diese für Voraussagen der Betriebseigenschaften zu benutzen,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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,</li> <li>• Varianten elektrischer Maschinen deren Betriebsverhalten zu beurteilen und zu bewerten,</li> <li>• einfache dynamischer Simulationsmodelle für elektrische Maschine zu entwerfen, auszuarbeiten und zu entwickeln.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung: Elektrische Maschinen I<br>Übung: Elektrische Maschinen I   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Vorlesungsskript   |

|   |                                   |  |                 |
|---|-----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>123620 | <b>Elektrische Bahnen</b><br>Electrical railways | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Elektrische Bahnen (2 SWS)            | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr. Matthias Hofstetter                          |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr. Matthias Hofstetter  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Ziel</p> <p>Die Studierenden sind nach der Teilnahme an der Veranstaltung in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• den Einfluss der Einsatzbedingungen Elektrischer Bahnen auf die Auslegung der Antriebstechnik (Traktion) zu bewerten,</li> <li>• das komplexe Zusammenspiel zwischen elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Komponenten in Straßen- und Stadtbahnen, U-Bahnen, Vollbahnen zu analysieren und zu bewerten,</li> <li>• einfache Dimensionierungen von Triebfahrzeugen aus Zugkraft-/Geschwindigkeitsanforderungen zu entwickeln,</li> <li>• die Steuerung von Fahrmotoren sowie die Erzeugung und Übertragung von Zugkraft zu analysieren,</li> <li>• sowie die historische Entwicklung, die verkehrstechnischen Aspekte der Zugförderung, die Geräte der Stromrichtertechnik, die Energieversorgungssysteme der Bahnen und das Gebiet der "unkonventionellen" Bahnen zu erinnern.</li> </ul> <p>Inhalt:</p> <p>Historischer Überblick, elektrische Zugförderung, Vorteile elektrischer Zugförderung, verkehrstechnische Unterteilung der Bahnen, Energieversorgungssysteme der Bahnen, Dimensionierung von Triebfahrzeugen, Übertragung der Zugkraft, Fahrmotoren, Gleichstrom-Reihenschlußmotor, Einphasenwechselstrom-Kommutatormotor, Asynchronmotor, Antriebe, Getriebe, Kopplung Antrieb-Fahrzeug, Steuerung der Fahrmotoren, Fahrmotorsteuerung bei Gleichstrombahnen, Fahrmotorsteuerung bei Wechselstrombahnen, Umrichter, Drehstromantriebstechnik, Kompatibilität, Geräte der Stromrichtertechnik, Stromabnehmer, Hauptschalter, Hilfsbetriebe, Fahrzeuge, Straßen- und Stadtbahnen, U-Bahnen, Vollbahnen.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an dieser Vorlesung sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die allgemeine Theorie der Leistungselektronik und der elektrischen Antriebstechnik auf die Dimensionierung von Triebfahrzeugen elektrischer Bahnen anzuwenden,</li> <li>• das erlangte Wissen auf Aspekte der Automobil-Elektromobilität zu übertragen,</li> <li>• das gewonnene Verständnis für Unternehmerische Strategien mit den zugehörigen Investitionsentscheidungen sowie die Betrachtung von Produktkosten im Lebenszyklus zu erinnern,</li> <li>• basierend auf dem historischen Abriss die heutigen Technologie Chancen bzgl. ihrem Innovationspotenzial am Markt zu beurteilen,</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die erworbene Kenntnis vom komplexen Zusammenwirken der Subsystemen, der regionalen Entstehung von Normen und dem heutigen Handlungsbedarf bzgl. deren Harmonisierung zu berücksichtigen</li> <li>• sowie die Lernziele bei einer zugehörigen Werksführung zu festigen und zu vertiefen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Z. Filipovic: Elektrische Bahnen, Springer-Verlag  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92546 | <b>Elektrifizierung von Fahrzeugen und Flugzeugen</b><br>Power electronics in vehicles and electric powertrains   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Martin März  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugspezifische Anforderungen an Elektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• Leistungselektronik in Fahrzeugen mit konventionellem Bordnetz (12/24 V)</li> <li>• Hybride und rein elektrische Antriebsstrangtopologien (HEV, PHEV, FCEV, BEV) für Pkw, Nutzfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge</li> <li>• Leistungselektronik in Hybrid- und Elektrofahrzeugen (Ladegeräte, Umrichter, Gleichspannungswandler): Schaltungskonzepte, Schaltungsauslegung. Spezielle Anforderungen im Luftfahrtbereich.</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundstruktur und die Eigenschaften des 12/24V Bordnetzes von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen die fahrzeugspezifischen Anforderungen an Leistungselektronik im Bordnetz von Kraftfahrzeugen</li> <li>• kennen den Aufbau der in den verschiedenen Fahrzeugsteuergeräten eingesetzten Leistungselektronik und die Eigenschaften der darin verwendeten Leistungsschalter (Smart-Power)</li> <li>• kennen die verschiedenen Grundstrukturen (Topologien) der Antriebsstränge von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (incl. Schiffe und Flugzeuge)</li> <li>• analysieren verschiedene Antriebsstrangtopologien bezüglich ihrer Anwendungseigenschaften</li> <li>• kennen die Grundsaltungen aller für die Elektrifizierung des Antriebsstrangs erforderlichen leistungselektronischen Wandler (Antriebsumrichter, Gleichspannungswandler)</li> <li>• kennen die wichtigsten technischen Ansätze zur Reduzierung von Bauvolumen, Verlustleistung und Kosten</li> <li>• kennen die Grundsaltungen, die Systemtechnik und die Sicherheitsanforderungen bei kabelgebundenen und kontaktlosen Ladeverfahren</li> <li>• kennen eine Methodik zur Antriebsstrangsimulation auf Fahrzeugebene</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Dringest empfohlen werden "Grundlagen der Elektrotechnik" und "Leistungselektronik"  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>schriftliche Klausur (90 min.), keine Hilfsmittel (außer Taschenrechner) zugelassen |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Begleitendes Vorlesungsskript  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92781 | <b>Fluid dynamics</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Andreas Wierschem   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fluid characteristics</li> <li>• Continuum hypothesis</li> <li>• Kinematics</li> <li>• Basic equations</li> <li>• Exact solutions</li> <li>• Hydrostatics</li> <li>• Similarity</li> <li>• Bernoulli equation</li> <li>• Turbulent pipe flow</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course will become familiar with basic concepts of fluid mechanics.</p> <p>Students who successfully participate in this module:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the significance of fluid mechanics in everyday life as well as in industrial processes</li> <li>• Know and understand the basics of fluid mechanics</li> <li>• Have an overview over different fluid mechanical regimes and understand their range of applicability</li> <li>• Can apply the acquired knowledge with practiced methodology</li> <li>• Are able to assess fluid mechanical problems and can apply solution strategies</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physics, mathematics.</p> <p>A solid background in mathematics is required, since vectors, partial differential equations, differential operators and surface and volume integrals form the basis for the description of fluid mechanics.</p> <p>Understanding of mechanics, forces, stresses, Newton's laws should be familiar from physics.</p>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spurk, Akxel: Fluid Mechanics, Springer</li> <li>• Kundu, Fluid Mechanics, Academic Press</li> <li>• White, Fluid Mechanics, McGraw Hill</li> <li>• Morrison, An Introduction to Fluid Mechanics, Cambridge University Press</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46937 | <b>Chemistry for Fuel Cells, Batteries, and Electrolyzer</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Roswitha Zeis  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf präziser Analogschaltungen</li> <li>• Präzise Stromspiegel u.a. für niedrige Versorgungsspannungen</li> <li>• Entwurf von VC-Operationsverstärkern (engl.: OTAs), Eingangsstufe mit gefalteter Kaskode, Rückkopplung für Gleichaktpotential</li> <li>• Entwurf mehrstufiger OPVs</li> <li>• Tipps &amp; Tricks fürs OPV-Design: rail-to-rail Ein- und Ausgangsstufen, dynamische Kompensation des Offset-Fehlers</li> <li>• Schaltungen zur Arbeitspunkteinstellung und on-chip Referenzen</li> <li>• Rauschen in analogen Schaltungen</li> <li>• Power Management analoger Schaltungen (lineare Spannungsregler, getaktete Spannungsregler)</li> <li>• Grundlagen von Class-D (Audio) Verstärkern</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Operationsverstärkerschaltungen zu verstehen</li> <li>• Das Prinzip der Rückkopplung zur Verbesserung der Eigenschaften von den integrierten Schaltungen einzusetzen</li> <li>• Offsetkompensationsmethoden bei den integrierten Operationsverstärkern zu verstehen und zu bewerten</li> <li>• Rauschen in analogen integrierten Schaltungen zu analysieren und zu optimieren</li> <li>• die Architekturen der Strom- und Spannungsreferenzen zu verstehen und zu bewerten</li> <li>• Die grundlegenden Funktionen der IC- Entwicklungssoftware Cadence zu bedienen</li> </ul>                                  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (20 Minuten)  |  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)                                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46938 | <b>Seminar Electrochemical Energy Conversion and Storage</b>                              | <b>2,5 ECTS</b> |
| 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  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Roswitha Zeis   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwurf präziser Analogschaltungen</li> <li>• Präzise Stromspiegel u.a. für niedrige Versorgungsspannungen</li> <li>• Entwurf von VC-Operationsverstärkern (engl.: OTAs), Eingangsstufe mit gefalteter Kaskode, Rückkopplung für Gleichtaktpotential</li> <li>• Entwurf mehrstufiger OPVs</li> <li>• Tipps &amp; Tricks fürs OPV-Design: rail-to-rail Ein- und Ausgangsstufen, dynamische Kompensation des Offset-Fehlers</li> <li>• Schaltungen zur Arbeitspunkteinstellung und on-chip Referenzen</li> <li>• Rauschen in analogen Schaltungen</li> <li>• Power Management analoger Schaltungen (lineare Spannungsregler, getaktete Spannungsregler)</li> <li>• Grundlagen von Class-D (Audio) Verstärkern</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die grundlegenden Operationsverstärkerschaltungen zu verstehen</li> <li>• Das Prinzip der Rückkopplung zur Verbesserung der Eigenschaften von den integrierten Schaltungen einzusetzen</li> <li>• Offsetkompensationsmethoden bei den integrierten Operationsverstärkern zu verstehen und zu bewerten</li> <li>• Rauschen in analogen integrierten Schaltungen zu analysieren und zu optimieren</li> <li>• die Architekturen der Strom- und Spannungsreferenzen zu verstehen und zu bewerten</li> <li>• Die grundlegenden Funktionen der IC- Entwicklungssoftware Cadence zu bedienen</li> </ul>                                   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)                            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

# Major Sustainable mobility and production technology

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>380151 | <b>MIDFLEX - Molded Interconnect Devices und flexible Schaltungsträger</b><br>MIDFLEX - Molded interconnect devices and flexible printed circuit boards                               | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Schaltungsträger aus duro- bzw. thermoplastischen Materialien können aufgrund der erhöhten Gestaltungsfreiheit eine sinnvolle Ergänzung zu derzeitigen Standardleiterplatten darstellen. Gerade durch den Einsatz von flexiblen Schaltungsträgern können neue Einbauräume erschlossen und Miniaturisierungspotentiale genutzt werden. Die Vorlesung gibt zunächst eine Einführung in die MID-Technologie, um dann in den nachfolgenden Vorlesungseinheiten die Herausforderungen bzgl. der unterschiedlichen Verbindungstechniken für die neuen Materialien zu behandeln.</p> <p>Themengebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Alternative Substratmaterialien und Innovationstreiber</li> <li>• Alternative Verbindungstechnologie: Einpressen</li> <li>• MID-Herstellungsverfahren</li> <li>• Aufbau- und Verbindungstechnik für thermoplastische Schaltungsträger</li> <li>• Leitleben in der Elektronikproduktion</li> <li>• Hochtemperaturthermoplaste: HT MID</li> <li>• MID-CAD</li> <li>• Lösbare Verbindungen und Kontaktierungen</li> <li>• Flip Chip auf MID und flexiblen Schaltungsträgern</li> <li>• Qualitätssicherung für MID- und Flex-Baugruppen</li> <li>• Reel-to-Reel</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach dem Besuch der Vorlesung ist die Studentin oder der Student in der Lage, einen Überblick über das komplexe Thema "spritzgegossene Schaltungsträger" geben zu können, die einzelnen Verfahren und ihre Problematik zu benennen und die Relevanz von 3D-MIDs für die Elektronikproduktion zu verstehen.</p> <p>Dazu gehört der Erwerb von Kompetenzen in den oben dargestellten Themengebieten.</p>  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Vorlesungsskriptum auf <a href="http://www.studon.uni-erlangen.de">www.studon.uni-erlangen.de</a>     |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97122 | <b>Produktionsprozesse in der Elektronik</b><br>Production processes in electronics                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS)<br>Übung: Übung zu Produktionsprozesse in der Elektronik (2 SWS) | -<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Alexander Kühl<br>Reinhardt Seidel<br>Markus Ankenbrand<br>Christoph Konrad                                      |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Die Vorlesung Produktionsprozesse in der Elektronik behandelt die für die Produktion von elektronischen Baugruppen notwendigen Prozesse, Technologien und Materialien entlang der gesamten Fertigungskette. Dabei wird ausgehend vom Layoutentwurf der Leiterplatte auf die Prozessschritte zur fertigen elektronischen Baugruppe eingegangen. Zudem werden die notwendigen Aspekte der Qualitätssicherung und Materiallogistik und auch das Recycling behandelt. Ergänzend werden die Fertigungsverfahren für MEMS und Solarzellen sowie für flexible und dreidimensionale Schaltungsträger betrachtet. Die Übung findet im Rahmen von mehreren Exkursionen zu verschiedenen Unternehmen der Elektronikproduktion statt. |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die wesentlichen Prozessschritte zur Herstellung elektronischer Baugruppen (von der Leiterplatte bis zum fertigen Produkt) intensiv kennen.</li> <li>• können mit diesem Wissen Konzepte für effiziente Fertigungsketten der Elektronikproduktion unter Berücksichtigung technologischer sowie produktionstechnischer Aspekte ableiten.</li> <li>• lernen die in der Elektronikproduktion eingesetzten lasergestützten Fertigungstechnologien detailliert kennen und sind in der Lage, mit den vermittelten Kenntnissen Konzepte für den Aufbau einer lasergestützten Fertigung von Elektronikkomponenten zu entwickeln.</li> </ul>                      |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichnamiges Vorlesungsskript</li> <li>• Franke, Jörg (2013): Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID). Werkstoffe, Herstellung, Montage und Anwendungen für spritzgegossene Schaltungsträger. München: Hanser. Online verfügbar unter <a href="http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784">http://www.hanser-elibrary.com/action/showBook?doi=10.3139/9783446437784</a>.</li> <li>• Härter, Stefan (2020): Qualifizierung des Montageprozesses hochminiaturisierter elektronischer Bauelemente. FAU University Press.</li> <li>• Kästle, Christopher (2019): Qualifizierung der Kupfer-Drahtbondtechnologie für integrierte Leistungsmodule in harschen Umgebungsbedingungen. Doctoralthesis. FAU University Press. Online verfügbar unter <a href="https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812">https://opus4.kobv.de/opus4-fau/frontdoor/index/index/docId/10812</a>.</li> <li>• Kuhn, Thomas (2020): Qualität und Zuverlässigkeit laserdirektstrukturierter mechatronisch integrierter Baugruppen (LDS-MID). FAU University Press.</li> </ul> |



|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>528791 | <b>Kunststoffcharakterisierung und -analytik</b><br>Characterization and analysis of plastics | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Kunststoffcharakterisierung und -analytik (2 SWS)                                  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer  |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheologisches Verhalten</li> <li>• Mechanisches Verhalten</li> <li>• Thermisches Verhalten</li> <li>• Elektrisches Verhalten</li> <li>• Optisches Verhalten</li> <li>• Verhalten gegen Umwelteinflüsse</li> <li>• Prüfverfahren für Schaumstoffe</li> <li>• Prüfverfahren für Duroplaste</li> </ul> <p>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.</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffcharakterisierung und -analytik.</li> <li>• kennen und verstehen geeignete Messverfahren, um spezielle Eigenschaften von Kunststoffen und Bauteilen zu bestimmen.</li> <li>• verstehen und erläutern behandelte Mess- und Analyseverfahren.</li> </ul> <p>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten und klassifizieren geeignete Mess- und Analyseverfahren hinsichtlich Kenngrößen wie Aufwand, Kosten und Genauigkeit für ein gegebenes Aufgabenszenario.</li> <li>• benennen und beurteilen auftretende Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Charakterisierung und Analyse von Material- und Bauteileigenschaften besonderer Bauteile.</li> <li>• können eine bewertende Darstellung der Eignung von Bauteilen und Kunststoffen für spezielle Einsatzszenarien aus der Kenntnis von Messgrößen anfertigen.</li> <li>• ermitteln eine begründete Auswahl von Messverfahren, um die Eignung von Kunststoffen und Bauteilen für ein spezielles Einsatzszenario zu bewerten.</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Ehrenstein, G.W.; Pongratz, S.: Beständigkeit von Kunststoffen; Carl Hanser Verlag, München 2004<br><br>Ehrenstein, G.W.; Riedel, G.; Trawiel, P.: Praxis der Thermischen Analyse von Kunststoffen; 2. Aufl. Carl Hanser Verlag, München 2003 |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46900 | <b>Technologie der Verbundwerkstoffe</b><br>Fiber Composites | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Technologie der Verbundwerkstoffe (2 SWS)         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer                               |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Verstärkungsfasern</li> <li>• Matrix</li> <li>• Fasern und Matrix im Verbund</li> <li>• Verarbeitung (Duroplaste und Thermoplaste)</li> <li>• Auslegung (klassische Laminattheorie)</li> <li>• Gestaltung und Verbindungstechnik</li> <li>• Simulation</li> <li>• Mechanische Prüfung und Inspektion</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen im Bereich der Faserverbundkunststoffe.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Halbzeuge und deren verfügbare Konfektionierung.</li> <li>• Kennen und Verstehen die Verarbeitung von faserverstärkten Formmassen.</li> <li>• Kennen die Struktur und die besonderen Merkmalen der unterschiedlichen Ausprägungen und Werkstoffe von Fasern und Matrix und können diese erläutern.</li> <li>• Verstehen die Auslegung, die Verbindungstechnik und die Simulation von faserverstärkten Bauteilen.</li> <li>• Können ein werkstoff- und belastungsgerechten Faserverbundbauteil auslegen und konstruieren.</li> <li>• Können Faserverbundbauteile hinsichtlich Werkstoffauswahl, Gestaltung und Konstruktion beurteilen.</li> <li>• Können Simulationsergebnisse zu Faserverbundbauteilen beurteilen.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur<br>Klausur, 60 Minuten   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ehrenstein, G.W.: Faserverbund-Kunststoffe, München Wien, 2006</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97290 | <b>Umformtechnik Vertiefung</b><br>Advanced metal forming               | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik (2 SWS, SoSe 2025) | 2,5 ECTS      |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Kolja Andreas<br>Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein               |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik*</p> <p>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.</p> <p>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*</p> <p>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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>* Maschinen und Werkzeuge der Umformtechnik*</p> <p>Wissen<br/>Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformmaschinen und Umformwerkzeuge</p> <p>Anwenden<br/>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.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die Wirkprinzipien der Maschinen zu beschreiben, zu differenzieren, zu klassifizieren und mit Hilfe von Kenngrößen zu bewerten</li> <li>• Die Studierenden können die getroffene Auswahl an Werkzeugmaschinen und Werkzeugen entsprechend der</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>vermittelten Kriterien begründen bzw. gegenüber Alternativen bewerten und abgrenzen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage, Werkzeuggestaltung, Werkzeugwerkstoffauswahl entsprechend den unterschiedlichen Prozessen der Blech- und Massivumformung einzuordnen und zu bewerten.</li> </ul> <p>* Umformverfahren und Prozesstechnologien (UT2)*</p> <p>Wissen<br/>Die Studierenden erwerben Wissen über Grundlagen verschiedener Umformverfahren und Prozesstechnologien.</p> <p>Anwenden<br/>Die Studierenden sind in der Lage, das erworbene Wissen anzuwenden um unter Berücksichtigung anforderungsspezifischer Randbedingungen ein geeignetes Umformverfahren auszuwählen und entsprechende Prozesstechnologien einzusetzen.</p> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage den Einsatz verschiedener Umformverfahren und Technologien zu begründen und deren Potential zu bewerten.</li> <li>Die Studierenden können zudem die jeweiligen Prozesse beschreiben und relevante Kenngrößen einordnen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 2 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92650 | <b>Regelungstechnik A (Grundlagen)</b><br>Control engineering A (Foundations)   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul behandelt die Grundlagen der Regelungstechnik und befähigt zur Beschreibung und Untersuchung linearer Systeme und zum Entwurf einfacher und mehrschleifiger Regler im Frequenzbereich. Die Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik</li> <li>• Modellbildung der Strecke im Zeit und Frequenzbereich und Darstellung als Strukturbild</li> <li>• Analyse des Streckenverhaltens linearer Eingrößensysteme anhand von Übertragungsfunktion und Frequenzgang</li> <li>• Auslegung einschleifiger Regelkreise</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gegenstand und Zielstellung der Regelungstechnik erläutern.</li> <li>• Problemstellungen als Steuerungs- und Regelungsaufgabe identifizieren.</li> <li>• das Streckenverhalten durch ein mathematisches Modell in Form des Strukturbilds beschreiben.</li> <li>• eine Modellvereinfachung durch Linearisierung und Strukturbildumformung durchführen.</li> <li>• aus Übertragungsfunktion und Frequenzgang das qualitative Streckenverhalten ermitteln.</li> <li>• zu einem Frequenzgang Ortskurve und Bode-Diagramm angeben.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Regelung angeben und die Zweckbestimmung von Vorsteuerung und Regelung erläutern.</li> <li>• Sollverläufe auf Zulässigkeit überprüfen und realisierbare Vorsteuerungen entwerfen.</li> <li>• die Regelkreis-Stabilität definieren und mit dem Nyquist-Kriterium untersuchen.</li> <li>• entscheiden, wann welcher Reglertyp in Frage kommt und nach welchen Gesichtspunkten dessen Parameter zu wählen sind.</li> <li>• für lineare Eingrößensysteme einen geeigneten Regler entwerfen.</li> <li>• ergänzende Maßnahmen zur Störverhaltensverbesserung beschreiben und zur Anwendung bringen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich weiterführende</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | Frequenzbereichsmethoden der Regelungstechnik selbständig erschließen.   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlene Vorkenntnisse: Systemtheorie linearer zeitkontinuierlicher Systeme (inkl. Laplace-Transformation)   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>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 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>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 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung, 12. Auflage, VDE-Verlag, 2016</li> <li>• M. Horn, N. Dourdoumas. Regelungstechnik, Pearson Studium, 2004</li> <li>• W. Leonhard. Einführung in die Regelungstechnik, 4. Auflage, Vieweg, 1987</li> <li>• J. Lunze. Regelungstechnik 1: Systemtheoretische Grundlagen, Analyse und Entwurf einschleifiger Regelungen, 12. Auflage, Springer, 2020</li> <li>• R. Unbehauen. Regelungstechnik 1, 12. Auflage, 2002</li> </ul> |



- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1 und 2, Springer, 1995</li></ul> |
|--|---|

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92670 | <b>Sensorik</b><br>Sensor technology  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Sensorik</li> <li>• Wandlerprinzipien</li> <li>• Sensor-Parameter</li> <li>• Sensor-Technologien</li> <li>• Messung mechanischer Größen</li> <li>• Chemo- und Biosensoren</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die Grundbegriffe und -strukturen der Sensorik und Aktorik wieder</li> <li>• klassifizieren Sensoren anhand unterschiedlicher Gesichtspunkte</li> <li>• beschreiben, skizzieren und vergleichen die behandelten Wandlerprinzipien und Technologien zur Herstellung von Sensoren</li> <li>• kennen die behandelten Sensor-Parameter und beurteilen Sensoren anhand dieser</li> <li>• beschreiben und charakterisieren die behandelten Sensoren zur Messung mechanischer Größen</li> <li>• analysieren Elemente der Sensor- und Aktortechnik sowie Schaltungen zur Weiterverarbeitung und Auswertung von Messgrößen</li> <li>• zeigen mögliche Fehlerquellen der Sensorik auf und arbeiten Strategien zur Minimierung der Fehler aus</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Tränkler, Hans-Rolf: "Sensortechnik - Handbuch für Praxis und<br>Wissenschaft", 2. Aufl. 2014, Springer Vieweg<br><br>Hering, Eckert: "Sensoren in Wissenschaft und Technik -<br>Funktionsweise und Einsatzgebiete", 2. Aufl. 2018, Springer<br>Fachmedien Wiesbaden<br><br>Mitchell, H. B.: "Data fusion: concepts and ideas", 2012, Springer |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94550 | <b>Methode der Finiten Elemente</b><br>Finite element methods   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Methode der Finiten Elemente (2 SWS)<br>Tutorium: Tutorium zur Methode der Finiten Elemente (0 SWS)<br>Übung: Übungen zur Methode der Finiten Elemente (2 SWS) | -<br>-<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner<br>Dr.-Ing. Gunnar Possart   |               |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Modellbildung und Simulation</p> <p>Mechanische und mathematische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Prinzip der virtuellen Verschiebungen</li> <li>• Die Methode der gewichteten Residuen</li> </ul> <p>Allgemeine Formulierung der FEM</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formfunktionen</li> <li>• Elemente für Stab- und Balkenprobleme</li> <li>• Locking-Effekte</li> <li>• Isoparametrisches Konzept</li> <li>• Scheiben- und Volumenelemente</li> </ul> <p>Numerische Umsetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Quadratur</li> <li>• Assemblierung und Einbau von Randbedingungen</li> <li>• Lösen des linearen Gleichungssystems</li> <li>• Lösen des Eigenwertproblems</li> <li>• Zeitschrittintegration</li> </ul>   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Diskretisierungsverfahren zur Behandlung kontinuierlicher Systeme.</li> <li>• Die Studierenden kennen das prinzipielle Vorgehen bei der Diskretisierung eines mechanischen Problems mit der Methode der finiten Elementen und die entsprechenden Fachtermini wie Knoten, Elemente, Freiheitsgrade etc.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Verschiebungsdifferentialgleichungen für verschiedene Strukturelemente wie Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Methode der gewichteten Residuen in verschiedenen Varianten.</li> <li>• Die Studierenden kennen das Prinzip der virtuellen Arbeiten in den verschiedenen Ausprägungen fuer Stäbe, Balken, Scheiben und das 3D-Kontinuum.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Randbedingungstypen und ihre Behandlung im Rahmen der Methode der gewichteten Residuen bzw. des Prinzips der virtuellen Verschiebungen.</li> </ul> |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Anforderungen an die Ansatz- und Wichtungsfunktionen und können die gängigen Formfunktionen für verschiedene Elementtypen angeben.</li> <li>• Die Studierenden kennen das isoparametrische Konzept.</li> <li>• Die Studierenden kennen Verfahren zur numerischen Quadratur.</li> <li>• Die Studierenden kennen Verfahren zur Lösung linearer Gleichungssysteme, zur Lösung von Eigenwertproblemen und zur numerischen Zeitschrittintegration.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Zusammenhang zwischen der Methode der gewichteten Residuen und dem Prinzip der virtuellen Arbeiten bei mechanischen Problemen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen den Unterschied zwischen schubstarrer und schubweicher Balkentheorie sowie die daraus resultierenden unterschiedlichen Anforderungen an die Ansatzfunktionen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Problem der Schubversteifung.</li> <li>• Die Studierenden können das isoparametrische Konzept erläutern, die daraus resultierende Notwendigkeit numerischer Quadraturverfahren zur Integration der Elementmatrizen und das Konzept der zuverlässigen Integration erklären.</li> <li>• Die Studierenden können den Unterschied zwischen Lagrange- und Serendipity-Elementen sowie die jeweiligen Vor- und Nachteile erläutern.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ein gegebenes Problem geeignet diskretisieren, die notwendigen Indextafeln aufstellen und die Elementmatrizen zu Systemmatrizen assemblieren.</li> <li>• Die Studierenden können die Randbedingungen eintragen und das Gesamtsystem entsprechend partitionieren.</li> <li>• Die Studierenden können polynomiale Formfunktionen vom Lagrange-, Serendipity- und Hermite-Typ konstruieren.</li> <li>• Die Studierenden können für die bekannten Elementtypen die Elementmatrizen auf analytischen bzw. numerischen Weg berechnen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können für eine gegebene, lineare Differentialgleichung die schwache Form aufstellen, geeignete Formfunktionen auswählen und eine entsprechende Finite-Elemente-Formulierung aufstellen.</li> </ul> |
| 7 | <p><b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b></p> | <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.</p>  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  |   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Knothe, Wessels: Finite Elemente, Berlin:Springer</li> <li>• Hughes: The Finite Element Method, Mineola:Dover</li> </ul> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94971 | <b>Elektrische Energiespeichersysteme</b><br>Power storage systems | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Electrical Energy Storage Systems (3 SWS)               | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin März<br>Dr.-Ing. Bernd Eckardt                    |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Eberle   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications</p> <p>Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic).</p> <p>Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl<sub>2</sub>, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages</p> <p>Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile and stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime</p> <p>Safety aspects using energy storage systems</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered.</p> <p>The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.</p>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Prerequisites:</p> <p>To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.</p>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel (90 Minuten)</p> <p>schriftliche Klausur (90 min.)</p>  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgan Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9<br>Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2 |



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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Modul behandelt unterschiedliche Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze zur Energieübertragung und -verteilung. Es werden sowohl öffentliche Netze der Energieversorgungsunternehmen als auch Industrienetze betrachtet.</p> <p>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.</p>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die unterschiedlichen Aufgabengebiete der Planung elektrischer Netze,</li> <li>• verstehen die Unterschiede zwischen öffentlichen Energieversorgungsnetzen und Industrienetzen,</li> <li>• analysieren die grundlegenden Strukturen von Netzen,</li> <li>• verstehen die Methoden der Sternpunktbehandlung,</li> <li>• verstehen die Koordination des Netzschutzes,</li> <li>• analysieren detaillierte Lastprognosen und erstellen dafür einen Einsatzplan von Erzeugungseinheiten und</li> <li>• wenden Berechnungsverfahren im Hinblick auf die Planung von elektrischen Netzen an.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfehlung:<br>Grundlagen der elektrischen Energieversorgung  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Die Prüfung erfolgt schriftlich (Klausur, 90 min lang).   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Skriptum zur Vorlesung</li><li>• Jäger, Johann; Romeis, Christian; Petrossian, Edmond: Duale Netzplanung: Leitfaden Zum Netzkompatiblen Anschluss Von Dezentralen Energieeinspeiseanlagen, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 2016</li></ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96550 | <b>Elektrische Energieversorgung mit erneuerbaren Energiequellen</b><br>Electrical energy supply with renewables  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Johann Jäger<br>Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | "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 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die aktuellen Entwicklungen der elektrischen Energieversorgung hinsichtlich der REA-Integration</li> <li>• verstehen den Gesamtzusammenhang der REA-Integration</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieumwandlungsanlagen (REA) und deren Netzkopplung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Anschlussbedingungen und Netzdienstleistungen</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Netzintegration und Duale Netzplanung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieübertragung und Netzregelung</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Energieverteilung und Kommunikation im Verteilnetz</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Speichertechnologien und deren Betriebsverhalten</li> <li>• verstehen wichtige Fragestellungen der Netzsicherheit und Netzausfallvermeidung hinsichtlich der REA-Integration</li> <li>• analysieren Betriebs- und Störungszustände des elektrischen Energieversorgungssystem mit REA</li> </ul>  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die erlernten Methoden auf praktische Fragestellungen anwenden</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                        |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Die Prüfung erfolgt schriftlich 90 min lang.                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96915 | <b>Produktionsprozesse der Zerspanung</b><br>Production processes in machining | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Produktionsprozesse der Zerspanung - Übung (2 SWS)                      | 2,5 ECTS      |
|   |                                  | Vorlesung: Produktionsprozesse der Zerspanung (2 SWS)                          | 2,5 ECTS      |
| 3 | Lehrende                         | Trixi Meier<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Nico Hanenkamp   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | Das Modul behandelt inhaltlich das in DIN 8580 klassifizierte Fertigungsverfahren Trennen und im speziellen die in DIN 8589 spezifizierten Prozesse der Zerspanung (Drehen, Bohren, Senken, Reiben, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Räumen, Sägen, Feilen, Raspeln, Bürstspanen, Schaben, Meißeln Schleifen, Honen, Läppen und Gleitspanen). Des Weiteren werden allgemeine Grundlagen zur Zerspanung (Spanentstehung, Spankräfte, Bewegungsgrößen) und prozessuale Spezifikationen (Kühlschmierstoffe, Schneidstoffe, Werkzeugmaschinen, Spannzeuge) vermittelt. Das erlernte Wissen soll durch die Erstellung eines Fertigungskonzepts für ein bestimmtes Produkt angewendet werden.   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse zu den Fertigungsprozessen nach DIN 8589</li> <li>• Die Studierenden erwerben Kenntnisse über werkstoffwissenschaftliche Aspekte und Werkstoffeigenschaften sowie Werkstoffverhalten vor und nach den jeweiligen Bearbeitungsprozessen</li> <li>• Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozessführung sowie spezifische Eigenschaften der Produktionsverfahren</li> <li>• Die Studierenden erwerben ein grundlegendes Prozessverständnis hinsichtlich der wirkenden Mechanismen</li> <li>• Die Studierenden erhalten grundlegende Kenntnisse im Bereich der Produktentwicklung und Produktauslegung (Verfahrensmöglichkeiten, Verfahrensgrenzen, Designeinschränkungen, etc.)</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die grundlegenden Prinzipien von Fertigungsprozessen und der Systemauslegung zu verstehen</li> <li>• Die Studierenden können die Zerspanungsprozesse unterscheiden.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können die verschiedenen Fertigungsverfahren erkennen und normgerecht differenzieren</li> </ul> </li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 90                          |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 %   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation der Zustandsraumbetrachtung dynamischer Systeme in der Regelungstechnik</li> <li>• Zustandsraumdarstellung dynamischer Systeme und deren Vereinfachung durch Linearisierung</li> <li>• Analyse linearer und zeitinvarianter Systeme: Stabilität, Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit, Zusammenhang mit Ein-/Ausgangsbetrachtung</li> <li>• Auslegung von linearen Zustandsreglern für lineare Eingrößensysteme</li> <li>• Erweiterte Regelkreisstrukturen, insbesondere Vorsteuerung und Störgrößenkompensation</li> <li>• Entwurf von Zustands- und Störgrößenbeobachtern und Kombination mit Zustandsreglern (Separationsprinzip)</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Vorzüge der Zustandsraumbetrachtung im Vergleich zur Ein-/Ausgangsbetrachtung darlegen.</li> <li>• für dynamische Systeme die Zustandsgleichungen aufstellen und durch Linearisierung vereinfachen.</li> <li>• für LZI-Systeme die Zustandsgleichungen in Normalformen transformieren.</li> <li>• Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit von Zustandssystemen definieren und LZI-Systeme daraufhin untersuchen.</li> <li>• ausführen, wie diese Eigenschaften mit den Eigenwerten und Nullstellen von LZI-Zustandssystemen zusammenhängen.</li> <li>• den Aufbau einer Zwei-Freiheitsgrade-Zustandsregelung angeben und die Zweckbestimmung ihrer einzelnen Komponenten erläutern.</li> <li>• realisierbare Vorsteuerungen zur Einstellung des Sollverhaltens entwerfen.</li> <li>• Zielstellung und Aufbau eines Zustandsbeobachters erläutern.</li> <li>• diesen zu einem Störbeobachter erweitern und Störaufschaltungen zur Kompensation von Dauerstörungen konzipieren.</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beobachterbasierte Zustandsregelungen durch Eigenwertvorgabe entwerfen.</li> <li>• die Vorlesungsinhalte auf verwandte Problemstellungen übertragen und sich die Zustandsraummethoden der Regelungstechnik selbständig weiter erschließen.</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlene Vorkenntnisse: Vektor- und Matrizenrechnung sowie Grundlagen der Regelungstechnik (klassische Frequenzbereichsmethoden; kann auch parallel gehört werden, siehe Regelungstechnik A)  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>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 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>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 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• C.T. Chen. Control System Design, Pond Woods Press, 1987</li> <li>• O. Föllinger. Regelungstechnik: Einführung in die Methoden und ihre Anwendung. 8. Auflage, Hüthig, 1994</li> <li>• H. Geering. Regelungstechnik, 6. Auflage, Springer, 2004</li> <li>• T. Kailath. Linear Systems, Prentice Hall, 1980</li> <li>• G. Ludyk. Theoretische Regelungstechnik 1, Springer, 1995</li> </ul>   |



- 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 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97101 | <b>Produktionssystematik</b><br>Production systems  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Das Modul Produktionssystematik thematisiert die gesamte Bandbreite der technischen Betriebsführung von der Planung, Organisation und technischen Auftragsabwicklung bis hin zu Fragen des Management und der Personalführung, Entlohnung sowie Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung. Im Rahmen dieses Moduls findet eine Vorlesung und eine Übung statt.   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach einem Besuch der Vorlesung Produktionssystematik sollen die Studierenden in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele, Strategien, Vision und Mission der Unternehmen beurteilen zu können;</li> <li>• sich in der Aufbau- und Ablauforganisation eines Unternehmen zurecht zu finden;</li> <li>• die Inhalte der wesentlichen Kernprozesse produzierender Unternehmen zu kennen;</li> <li>• die technische und administrative Auftragsabwicklung nachzuvollziehen.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97110 | <b>Technische Produktgestaltung</b><br>Technical product design | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Technische Produktgestaltung (4 SWS)       | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack          |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Technische Produktgestaltung</li> <li>• Baustrukturen technischer Produkte</li> <li>• Fertigungsgerechte Werkstückgestaltung</li> <li>• toleranzgerechtes Konstruieren</li> <li>• kostengerechtes Konstruieren</li> <li>• beanspruchungsgerechtes Konstruieren</li> <li>• werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Leichtbau</li> <li>• umweltgerechtes Konstruieren</li> <li>• nutzerzentrierte Produktgestaltung</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <p>Im Rahmen von TPG erwerben die Studierenden Kenntnisse zur Berücksichtigung verschiedener Aspekte des Design-for-X bei der Entwicklung technischer Produkte. Nach der erfolgreichen Teilnahme kennen sie die jeweiligen Gestaltungsrichtlinien und zugehörige Methoden. Dies sind im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über Möglichkeiten zur Umsetzung des Leichtbaus und daraus abgeleitet über spezifische Gestaltungsrichtlinien, die im Rahmen des Leichtbaus zu berücksichtigen sind, hierzu: Beanspruchungsgerechtes Konstruieren (Kraftfluss, Prinzip der konstanten Gestaltfestigkeit, Kerbwirkung, Prinzip der abgestimmten Verformung, Prinzip des Kräfteausgleichs)</li> <li>• Wissen über werkstoffgerechtes Konstruieren (Anforderungs- und Eigenschaftsprofil, wirtschaftliche Werkstoffauswahl, Auswirkung der Werkstoffwahl auf Fertigung, Lebensdauer und Gewicht)</li> <li>• Wissen über die Auswirkungen eines Produktes (und insbesondere der vorhergehenden Konstruktion) auf Umwelt, Kosten und den Nutzer, hierzu: Umweltgerechtes Konstruieren (Recycling, Einflussmöglichkeiten in der Produktentwicklung, Strategien zur Berücksichtigung von Umweltaspekten, Life Cycle Assessment, Produktinstandsetzung, Design for Recycling)</li> <li>• Wissen über kostengerechtes Konstruieren (Beeinflussung der Lebenslauf-, Herstell- und Selbstkosten in der Produktentwicklung, Auswirkungen der Stückzahl und der Fertigungsverfahren, Entwicklungsbegleitende Kalkulation)</li> <li>• Wissen über nutzerzentrierte Produktentwicklung (Anthropometrie, Nutzerintegration in der Produktentwicklung,</li> </ul> |  |

Mensch-Maschine-Schnittstellen, Beeinträchtigungen im Alter, Universal Design, Gestaltungsrichtlinien nach dem SENSI-Regelkatalog, etc.)

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

Verstehen

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

- Verständnis über die Spezifikation von Toleranzen, Passungen und Oberflächen in Technischen Zeichnungen unter Berücksichtigung deren Auswirkungen auf Fertigung, Montage und den Betrieb des Produktes, hierzu:  
Verständnis der Vorgehensweise zur Toleranzspezifikation sowie erforderlicher Grundlagen zur Tolerierung von Bauteilen (Allgemeintoleranzen, wirkliche und abgeleitete Geometrielemente, Hüllbedingung, Unabhängigkeitsprinzip,

Inklusion verschiedener Toleranzarten, Bezugssysteme und Ausrichtungskonzepte, statistische Toleranzanalyse, etc.)

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

#### Anwenden

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

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

#### Analysieren

- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Produktionstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über die Hauptgruppen der Fertigungsverfahren nach DIN 8580
- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Handhabungs- und Montagetechnik zu erwerbenden Kompetenzen über montagegerechtes Konstruieren
- Aufzeigen von Querverweisen zu den im Modul Umformtechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Fertigungsverfahren der Hauptgruppe Umformen nach DIN 8580

#### Evaluieren (Beurteilen)

Anhand der erlernten Grundlagen über unterschiedliche Aspekte des Design-for-X, deren Berücksichtigung bei der Gestaltung technischer Produkte durch Gestaltungsrichtlinien, Methoden, und Vorgehensweisen sowie den dargelegten Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung können die Studierenden kontextbezogene Richtlinien für die Gestaltung technischer Produkte in unbekanntem Konstruktionsaufgaben auswählen und deren Anwendbarkeit einschätzen. Zudem sind sie in der Lage konträre Gestaltungsrichtlinien aufgabenspezifisch abzuwägen.

#### Erschaffen

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, konkrete Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Konstruktionen hinsichtlich unterschiedlicher Design-for-X Aspekte eigenständig zu erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage technische Produkte so zu gestalten, dass diese verschiedenste technische und nicht-technische Anforderungen (fertigungsbezogene Anforderungen, Kostenanforderungen, Umweltaforderungen, Nutzeranforderungen, etc.) bedienen. Darüber hinaus werden die Studierenden in die Lage versetzt, Gestaltungsrichtlinien für neuartige Fertigungsverfahren aus grundlegenden Verfahrenseigenschaften abzuleiten und bei der Gestaltung technischer Produkte anzuwenden.

#### Lern- bzw. Methodenkompetenz

Befähigung zur selbständigen Gestaltung von Produkten und Prozessen gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien sowie unter verschiedensten Design-for-X-Aspekten sowie zur objektiven Bewertung bestehender Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X.

#### Selbstkompetenz

Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der gelehrten Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).

#### Sozialkompetenz

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuer und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97115 | <b>Wälzlagertechnik</b><br>Rolling bearing technology | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Wälzlagertechnik (4 SWS)         | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Benedict Rothhammer<br>Felix Pfister         |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Marcel Bartz  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Motivation</li> <li>• Grundsätzlicher Aufbau und Komponenten</li> <li>• Wälzlagerwerkstoffe und Wärmebehandlung</li> <li>• Wälzkontakt</li> <li>• Belastung und Lastverteilung</li> <li>• Tragfähigkeit und Lebensdauer von Wälzlagern</li> <li>• Kinematik des Wälzlagers</li> <li>• Reibung in Wälzlagern</li> <li>• Schmierung von Wälzlagern</li> <li>• Konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen</li> <li>• Toleranzen in Wälzlagern, Lagersteifigkeit</li> <li>• Fertigung, Montage und Handhabung</li> <li>• Schadenskunde</li> <li>• Neue Entwicklungen in der Wälzlagertechnik</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz</p> <p><b>Wissen</b></p> <p>Im Rahmen von WLT erlangen die Studierenden praxisorientiert grundlegende Kenntnisse im Bereich der Wälzlagertechnik. Die Studierenden sind vertraut mit Fachbegriffen und können im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Hauptfunktionen, Wirkprinzipien und Eigenschaften von Wälzlagern beschreiben.</li> <li>• die Grundkomponenten von Wälzlagern aufzählen</li> <li>• die gängigen rotatorischen und translatorischen Wälzlager nennen</li> <li>• Wissen über die Normung und Nomenklatur im Kontext von Wälzlagern wiedergeben</li> <li>• gängige Wälzlagerwerkstoffe und deren Wärmebehandlung beschreiben</li> <li>• die Hintergründe der der Auslegung von Wälzlagern zugrundeliegenden Festigkeitshypothesen wiedergeben</li> <li>• die Bedeutung der Reibung im Wälzlager beschreiben</li> <li>• die Aufgaben des Schmierstoffs nennen</li> <li>• die Schmierstoffeigenschaften, insbesondere Viskosität und Dichte, beschreiben</li> <li>• gängige Schmierstoffe und Additive aufzählen und Schmierstoffalterung beschreiben</li> <li>• Wissen über Feststoffschmierung, Mediensmierung und Trockenlauf wiedergeben</li> <li>• Möglichkeiten zur Überwachung von Wälzlagern nennen</li> <li>• Gebrauchsspuren und Wälzlagerschäden beschreiben</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p> |  |



Die Studierenden verstehen Zusammenhänge zu erarbeiteten Wissen durch Erschließen von Querverbindungen und können:

- die grundlegenden geometrischen Zusammenhänge in Wälzlagern erläutern
- die Kontaktstellen und arten in Wälzlagern herausstellen
- die Anwendung der Hertzschen Kontakttheorie zusammenfassen
- Die Studierenden können die Belastung von und die Lastverteilung in Wälzlagern beschreiben
- Die Studierenden können die Kinematik im Wälzlager, insbesondere den Bewegungsverhältnissen und den Massenkräften erläutern
- die Tragfähigkeits- und Lebensdauerberechnung von Wälzlagern sowie deren Anwendungsgrenzen verstehen
- die Reibungsarten und zustände in Wälzlagern erläutern
- empirische und rechnerunterstützte Verfahren zur Berechnung des Lagerreibungsmomentes darstellen
- die Wärmebilanz am Wälzlager und die Berechnung der Lagertemperatur erklären
- die Fettschmierung von Wälzlagern in Hinblick auf das Prinzip der Fettschmierung, die Schmierfettauswahl, den Schmierfettmengen, der Fettgebrauchsdauer, der Schmierfrist und der erforderlichen Komponenten argumentieren
- die Schmieröleigenschaften sowie die Anwendungsbereiche, Schmierverfahren und Schmierstoffmengen bei der Ölschmierung erläutern
- die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen, insbesondere der Anordnung als Fest-Los-, angestellte oder schwimmende Lagerung verstehen
- die Wahl der richtigen Wälzlagerbauform nachvollziehen
- die Gestaltung von Wellen und Gehäusen sowie die Wahl von Passungen erläutern
- ein Verständnis für die axiale Befestigung von Lagerringen aufzeigen
- berührungslose oder berührende Dichtung von Wälzlagerungen erklären
- verstehen die konstruktive Gestaltung von Linearwälzlagerungen
- die systematische Analyse von Wälzlagerschäden erläutern

#### **Anwenden**

Die Studierenden wenden ihr erworbenes Wissen und Verständnis an und können:

- geeignete Lagertypen in Abhängigkeit des Anwendungsfalls auswählen
- die für Wälzlagerauswahl und Auslegung maßgeblichen geometrischen Kenngrößen berechnen
- die statische Tragfähigkeit von Wälzlagern berechnen
- spezialisierte Software zur Berechnung von Wälzlagerungen und Antriebssystemen anwenden

- eine geeignete Fettmenge bei Erstbefettung eines Lagers sowie die Schmierfrist festlegen
- die Ölmenge für die Ölschmierung bestimmen

**Analysieren**

Die Studierenden können Zusammenhänge anhand verschiedener Anwendungsfälle analysieren und somit:

- die Lastverteilung und Wälzkörperbelastung bestimmen
- die Kinematik in Einzelkontakten analysieren
- die dynamische Tragfähigkeit von Wälzlagern, insbesondere die nominelle, modifizierte und erweiterte modifizierte Lebensdauer bestimmen
- die dynamisch äquivalente Lagerbelastung ermitteln
- die kinematischen Beziehungen wie Käfigdrehzahl, Wälzkörperdrehzahl oder Überrollungen bestimmen
- ein geeignetes Schmierverfahrens sowie einen geeigneten Schmierstoff bestimmen
- Schmierstoffverhaltens im konzentrierten Kontakt analysieren

**Evaluieren (Beurteilen)**

Basierend auf der Analyse der jeweiligen Gegebenheiten können die Studierenden:

- den Einfluss von Wälzlagerbauart, Wälzkörperzahl, Lagerlast oder Betriebsspiel auf das Reibungsmoment beurteilen
- die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerungen bewerten

**Erschaffen**

Die Studierenden können im Kontext konkreter Anwendungsfälle Verbesserungsvorschläge zu bestehenden Wälzlagerungen erarbeiten. Zudem sind sie in der Lage, Wälzlagerungen so zu gestalten, dass diese die verschiedensten technischen und nicht-technischen Anforderungen einer Anwendung erfüllen.

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Die Studierenden können Wälzlagerungen selbstständig gestalten und auslegen. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch Übungseinheiten zu den Themen Kontakte, Lastverteilung, Tragfähigkeit und Lebensdauer, Kinematik, Reibung, Schmierung, konstruktive Gestaltung und Schadenskunde ermöglicht. Ein spezielles Praktikum vermittelt zudem den Einsatz von fortgeschrittenen, rechnerunterstützten Werkzeugen.

Selbstkompetenz

Die Studierenden werden insbesondere im Übungsbetrieb zur selbstständigen Bearbeitung von Übungsaufgaben, gegebenenfalls in Arbeitsgruppen, befähigt. Weiterhin erlernen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der Relevanz des Fachgebietes Wälzlagertechnik in einem gesamtgesellschaftlichen und ökologischen Kontext.

|   |  |       |
|---|--|-------|
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine |
|---|--|-------|

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                      |
|---|----------------------------------|---|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97121 | <b>Handhabungs- und Montagetechnik</b><br>Industrial handling and assembly technology                         | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS)<br>Vorlesung: Handhabungs- und Montagetechnik (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Reinhardt Seidel<br>Simon Schlichte<br>Jonas Walter<br>Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke                             |                      |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Vertiefungsfach Handhabungs- und Montagetechnik wird die gesamte Verfahrenskette von der Montageplanung bis zur Inbetriebnahme der Montageanlagen für mechanische sowie elektrotechnische Produkte aufgezeigt. Einleitend erfolgt die Darstellung von Planungsverfahren sowie rechnergestützte Hilfsmittel in der Montageplanung. Daran schließt sich die Besprechung von Einrichtungen zur Werkstück- und Betriebsmittelhandhabung in flexiblen Fertigungssystemen und für den zellenübergreifenden Materialfluß an. Desweiteren werden Systeme in der mechanischen Montage von Klein- und Großgeräten, der elektromechanischen Montage und die gesamte Verfahrenskette in der elektrotechnischen Montage diskutiert (Anforderung, Modellierung, Simulation, Montagestrukturen, Wirtschaftlichkeit etc.). Abrundend werden Möglichkeiten zur rechnergestützten Diagnose/Qualitätssicherung und Fragestellungen zu Personalmanagement in der Montage und zum Produktrecycling/-demontage behandelt.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Montagefreundlichkeit von Produkten zu beurteilen und zu verbessern,</li> <li>• Montage- und Handhabungsprozesse zu beurteilen, auszuwählen und zu optimieren,</li> <li>• die dazu erforderlichen Geräte, Vorrichtungen und Werkzeuge zu bewerten, und</li> <li>• Montageprozesse sowie -systeme zu konzipieren, zu planen und weiterzuentwickeln.</li> </ul> <p>Dieses Wissen ist vor allem in den Bereichen Produktentwicklung, Konstruktion, Produktionsmanagement, Fertigungsplanung, Einkauf, Vertrieb und Management sowie in allen industriellen Branchen (z. B. Automobilbau, Elektrotechnik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau) erforderlich.</p>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (120 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feldmann, Klaus; Schöppner, Volker; Spur, Günter (Hg.) (2014): Handbuch Fügen, Handhaben, Montieren. 2., vollständig neu bearbeitete Auflage. München: Hanser.</li> <li>• Lotter, Bruno; Wiendahl, Hans-Peter (2012): Montage in der industriellen Produktion. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.</li> <li>• Rainer Müller, Jörg Franke, Dominik Henrich, Bernd Kuhlenkötter, Annika Raatz, Alexander Verl (Hg.) (2019): Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration: Hanser Fachbuchverlag.</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97150 | <b>Lasertechnik / Laser Technology</b><br>Laser technology  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Kristian Cvecek  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Physical phenomena applicable in Laser Technology: EM waves, Beam Propagation, Beam Interaction with matter</li> <li>Fundamentals of Laser Technology: Principals of laser radiation, types and theoretical understanding of various types of lasers</li> <li>Laser Safety and common applications: Metrology, Laser cutting, Laser welding, Surface treatment, Additive Manufacturing</li> <li>Introduction to ultra-fast laser technologies</li> <li>Numerical exercises related to above mentioned topics</li> <li>Demonstration of laser applications at Institute of Photonic Technologies (LPT) and Bavarian Laser Centre (blz GmbH)</li> <li>Possible Industrial visit (e.g. Trumpf GmbH, Stuttgart)</li> <li>Optional: invited lecture about a novel laser application</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The student would know the fundamental principles involved in the development of lasers.</p> <p>will understand the design and functionality of various types of lasers, and be able to comprehend laser specifications.</p> <p>will be able to design and analyse a free space laser beam propagation setup.</p> <p>will gain knowledge about basic optical components used in laser setups such lenses, mirrors, polarizers, etc.</p> <p>would be able to understand the basic interaction phenomena during laser-matter interaction processes.</p> <p>would be able to determine the advantages and disadvantages of using laser process for industrial applications.</p> <p>will know and be able to apply the safety principles while handling laser setups.</p> <p>will be familiar with several most common industrial application of laser for material processing such as cutting, welding, material ablation, additive manufacturing.</p> <p>will be familiar with metrological applications of lasers.</p> <p>will become familiar with and be able to use international (English) professional terminology.</p> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97160 | <b>Methodisches und rechnerunterstütztes Konstruieren</b><br>Methodical and computer-aided design   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>I. Der Konstruktionsbereich</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellung im Unternehmen</li> <li>• Berufsbild des Konstrukteurs/Produktentwicklers</li> <li>• Engpass Konstruktion</li> <li>• Möglichkeiten der Rationalisierung</li> </ul> <p><b>II. Konstruktionsmethodik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen</li> <li>• Allgemein einsetzbare Lösungs- und Beurteilungsmethoden - Werkzeuge</li> <li>• Vorgehensweise im Konstruktionsprozess</li> <li>• Entwickeln von Baureihen- und Baukastensystemen</li> </ul> <p><b>III. Rechnerunterstützung in der Konstruktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen des Rechnereinsatzes in der Konstruktion</li> <li>• Durchgängiger Rechnereinsatz im Konstruktionsprozess</li> <li>• Datenaustausch</li> <li>• Konstruktionssystem  mfk </li> <li>• Einführung von CAD-Systemen und Systemwechsel</li> <li>• Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen</li> </ul> <p><b>IV. Neue Denk- und Organisationsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrierte Produktentwicklung</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b><u>Fachkompetenz</u></b><br/><b>Wissen</b></p> <p>Im Rahmen von MRK erwerben Studierende Kenntnisse zum Ablauf sowie zu den theoretischen Hintergründen des methodischen Produktentwicklungsprozesses. Wesentlicher Lehrinhalt der Vorlesung sind ebenfalls Theorie und Einsatz der hierfür unterstützend einzusetzenden rechnerbasierten Methoden und Werkzeuge. Studierende kennen konkrete Termini, Definitionen, Verfahren und Merkmale in folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über intuitive sowie diskursive Kreativitätstechniken: Brainstorming, Methode 6-3-5, Delphi-Methode oder Konstruktionskataloge</li> <li>• Wissen über Entwicklungsmethoden: Reverse Engineering, Patentrecherche, Bionik, Innovationsmethoden (z. B. TRIZ)</li> <li>• Wissen über methodische Bewertungsmethoden: Technisch-Wirtschaftliche Bewertung, Nutzwertanalyse, Wertanalyse</li> <li>• Wissen über Vorgehensmodelle: z. B.: Vorgehen nach Pahl/Beitz, VDI 2221, VDI 2206</li> </ul>   |  |



- Wissen zu Baukasten-, Baureihen- und Plattformstrategien

Studierende lernen im Bereich Rechnerunterstützung die Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung durch den Rechnereinsatz kennen. Sie erlernen, einen entsprechend effizient gestalteten Entwicklungsprozess selbst umzusetzen, mit Hilfe der heute in Wissenschaft und Industrie eingesetzten, rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge:

- Wissen über Rechnerunterstützte Produktmodellierung durch Computer Aided Design (CAD)
- Wissen über Theorie und das anwendungsrelevante Wissen der Wissensbasierten Produktentwicklung
- Wissen über Rechnerunterstützte Berechnungsmethoden (Computer Aided Engineering CAE). Hier insbesondere Wissen über Theorie sowie Anwendungsfelder der Finiten Elemente Methode (FEM), Mehrkörpersimulation (MKS), Strömungssimulation (kurze Einführung)
- Wissen über Austauschformate für Konstruktions- und Berechnungsdaten
- Wissen über Produktentwicklung durch Virtual Reality
- Wissen über Weiterverarbeitung von virtuellen Produktmodellen
- Wissen über Migrationsstrategien beim Einsatz neuer CAD/CAE-Werkzeuge

### **Verstehen**

Studierende verstehen grundlegende Abläufe und Zusammenhänge bei der methodischen Produktentwicklung sowie den Einsatz moderner CAE-Verfahren bei der Entwicklung von Produkten. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Verstehen der Denk- und Vorgehensweise von Produktentwicklern
- Beschreiben von Bewertungsmethoden
- Darstellen methodischer Abläufe in der Produktentwicklung (u.a. Pahl/Beitz, VDI2221)
- Erklären von Rationalisierungsmöglichkeiten in der Produktentwicklung (z.B. Baukästen und reihen)
- Erklären von CAD-Modellen in Bezug auf Vor- und Nachteile, Aufbau, Nutzen
- Verstehen der wissensbasierten Produktentwicklung
- Erläutern der Grundlagen der Finite-Elemente-Methoden
- Beschreiben von CAE-Methoden und der Nutzen bzw. Einsatzgebiet
- Beschreiben der Unterschiede zwischen den CAE-Methoden
- Verstehen und beschreiben unterschiedlicher Datenaustauschformate in der Produktentwicklung sowie die Weiterverarbeitung der Daten
- Beschreiben von Virtual Reality in der Produktentwicklung

### **Anwenden**

Im Rahmen der MRK-Methodikübung stellen Studierende Bewertungsmatrizen auf und leiten eigenständig Lösungsvorschläge

für ein Bewertungsproblem ab. Weiterhin erarbeiten Studierende unter Zuhilfenahme methodischer Werkzeuge Konzepte für konkrete Entwicklungsaufgaben. In der MRK-Rechnerübung werden folgende gestalterische Tätigkeiten ausgeführt:

- Erzeugung von Einzelteilen im CAD durch Modellieren von Volumenkörpern unter Berücksichtigung einer robusten Modellierungsstrategie. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Definieren von Geometriereferenzen und zweidimensionalen Skizzen als Grundlage für Konstruktionselemente; Erzeugen von Volumenkörpern mit Hilfe der Konstruktionselemente Profilextrusion, Rotation, Zug und Verbund; Erstellen parametrischer Beziehungen zum Teil mit diskreten Parametersprüngen
- Erstellen von Baugruppen durch Kombination von Einzelteilen in einer CAD-Umgebung. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Erzeugung der notwendigen Relationen zwischen den Bauteilen; Steuerung unterschiedlicher Einbaupositionen über Parameter; Mustern wiederkehrender (Norm-)Teile; Steuerung von Unterbaugruppen über Bezugsskelettmodelle
- Ableiten norm-, funktions- und fertigungsgerechter Zusammenbauzeichnungen aus den 3D-CAD-Modellen, welche den Regeln der Technischen Darstellungslehre folgen.
- Erzeugung von Finite Elemente Analysemodellen der im vorherigen erstellten Baugruppen. Dies umschließt folgende Tätigkeiten: Defeaturing (Reduktion der Geometrie auf die wesentlichen, die Berechnung beeinflussenden Elemente); Erstellung von benutzerdefinierten Berechnungsnetzen; Definition von Lager- und Last-Randbedingungen; Interpretation der Analyseergebnisse

#### **Analysieren**

Die Studierenden können nach Besuch der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse in Unternehmen analysieren und strukturieren. Zudem können Studierende Methoden zur Bewertung und Entscheidung bei der Produktentwicklung anwenden. Sie unterscheiden zwischen verschiedenen CAE-Methoden und stellen diese einander gegenüber.

#### **Evaluieren (Beurteilen)**

Anhand der erlernten Methoden und Möglichkeiten zur Rechnerunterstützung schätzen die Studierenden deren Eignung für unbekannte Problemstellungen ein und beurteilen diese. Darüber hinaus können Studierende nach der Veranstaltung Produktentwicklungsprozesse kritisch hinterfragen und wichtige Entscheidungskriterien bei der Produktentwicklung aufstellen.

#### **Erschaffen**

Die Studierenden werden durch die erlernten Grundlagen befähigt, CAD- und CAE-Modelle zur Simulation anderer Problemstellung zu erstellen sowie die erlernten methodischen Ansätze in der Entwicklung

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>innovativer Produkte zu nutzen. Darüber hinaus werden spezielle Innovationsmethoden gelehrt, die die Entwicklung neuartiger Produkt unterstützen.</p> <p><b><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></b><br/> Die Studierenden sind in der Lage, selbständig die vermittelten Entwicklungsmethoden, Vorgehensmodelle sowie die aufgeführten rechnerunterstützten Methoden und Werkzeuge anzuwenden. Grundlage hierfür bildet das in der Vorlesung vermittelte Hintergrundwissen. Der sichere Umgang beim praktischen Einsatz des Lerninhalts wird durch spezielle Übungseinheiten zu den Themen Entwicklungsmethodik sowie Rechnerunterstützung ermöglicht.</p> <p><b><u>Selbstkompetenz</u></b><br/> Die Studierenden erarbeiten sich speziell im Übungsbetrieb Organisationsfähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen. Weiterhin nehmen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. bei der Vorstellung eigener Lösungen im Rahmen des Übungsbetriebs) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. bei der Erarbeitung von Lösungen bzw. bei der Kompromissfindung in Gruppenarbeiten) vor.</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b><br/> 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 Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |



|   |                                  |                                       |               |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97200 | <b>Umformtechnik</b><br>Metal forming | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Umformtechnik (4 SWS)      | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein        |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden die grundlegenden Kenntnisse zu den verschiedenen Verfahren der Massiv- und Blechumformung vermittelt. Zunächst werden die Grundlagen der Werkstoffkunde, der Plastizitätstheorie und der Tribologie behandelt, die als Basis für das Verständnis der einzelnen Umformverfahren dienen. Anschließend werden die Verfahren der Massivumformung - Stauchen, Schmieden, Walzen, Durchdrücken und Durchziehen - und der Blechumformung - Tiefziehen, Streckziehen, Kragenziehen, Biegen und Schneiden - vorgestellt. Anhand von Prinzipskizzen und Musterteilen wird vor allem auf die erforderlichen Kräfte und Arbeiten, die Kraft-Weg-Verläufe, die Spannungsverläufe in der Umformzone, die Kenngrößen und Verfahrensgrenzen, die Werkzeug- und Werkstückwerkstoffe, die Werkzeugmaschinen und die erreichbaren Genauigkeiten eingegangen. Dabei werden neben den Standardverfahren auch Sonderverfahren und aktuelle Trends angesprochen. In der Vorlesung ist eine Übung integriert, in der das vermittelte Wissen angewendet wird.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden erwerben Wissen über die Grundlagen der Umformverfahren.<br/>Verstehen<br/>Die Studierenden können verschiedene Umformverfahren beschreiben sowie anhand verschiedener Kriterien vergleichen.<br/>Anwenden<br/>Die Studierenden sind in der Lage, das vermittelte Wissen zur Lösung konkreter umformtechnischer Problemstellungen anzuwenden.<br/>Analysieren<br/>Die Studierenden können geeignete Fertigungsverfahren zur umformtechnischen Herstellung von Produkten bestimmen.</p>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)<br>Prüfungsdauer: 120 Minuten  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lange, K.: Umformtechnik (Band 1-3), Berlin, Heidelberg, New York, Springer 1984</li></ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97250 | <b>Integrierte Produktentwicklung</b><br>Integrated product development   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktor Mensch in der Produktentwicklung I</li> <li>- Faktor Mensch in der Produktentwicklung II</li> <li>- Prozessmanagement und PLM</li> <li>- Systems Engineering</li> <li>- Projektmanagement</li> <li>- Entwicklungscontrolling</li> <li>- Bewerten und Entscheidungsfindung</li> <li>- Trendforschung &amp; Szenariotechnik</li> <li>- Bionik</li> <li>- Risikomanagement</li> <li>- Wissensmanagement</li> <li>- Komplexitätsmanagement</li> <li>- Innovationsmanagement</li> <li>- Affective Engineering</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><b>Wissen</b></p> <p>Im Rahmen von IPE erwerben Studierende Kenntnisse, um organisatorische, methodische sowie technische Maßnahmen und Hilfsmittel zielorientiert als ganzheitlich denkende Produktentwickler einzusetzen. Zentrale Lehrinhalte des Moduls sind das Management der Prozesse in modernen Unternehmen sowie Möglichkeiten der methodischen Unterstützung. Studierende kennen konkrete Termini, Definitionen, Verfahren und Merkmale in den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissen über den zu verinnerlichenden Grundgedanken der IPE mit den vier Aspekten Mensch, Methodik, Technik und Organisation sowie deren Zusammenspiel</li> <li>• Wissen über das Managen von Unternehmensprozessen; Methoden zur Modellierung von Geschäfts- und Unternehmensprozessen; Management von Projekten inklusive der Planung von Ressourcen, Kalkulation und Überwachung von Projektkosten, Strukturierung von Arbeitspaketen, Messung des Projektfortschritts, Erkennen und Lösen von Problemen im Projektverlauf</li> <li>• Wissen über Methoden die für die genannten Punkte eingesetzt werden können: Prozessmodellierung mittels Netzplantechnik, Architektur integrierter Informationssysteme (ARIS), erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten (eEPK),</li> </ul> |  |

Strucutred Analysis and Design Technique (SADT) und Anwendung ausgewählter Beispiele

- Wissen über die Bedeutung des Entwicklungscontrollings und der spezifischen Bereiche Strategie-, Bereichs- und Projektcontrolling; Einordnung des Controllings im Unternehmen sowie Wissen über zentrale Methoden des Controllings
- Wissen über Methoden des Risikomanagements: Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FEMA), Fehlerbaumanalyse, Markov Ketten
- Wissen über die typischen Barrieren bei der Einführung von WM-Systemen; Wissen über das Phasenmodell zur Etablierung eines WM-Prozesses in Unternehmen
- Wissen über Komplexitätsmanagement; Entstehen von Komplexität in Produkten und Prozessen; Wissen über und Erkennen von Komplexität und Komplexitätstreibern sowie deren Auswirkungen; Strategien, Methoden und Werkzeuge zum Komplexitätsmanagement: Management von Varianten, Variantenstrategien, Variantenbaum, Wiederholteilsuche, Variant Mode and Effect Analysis (VMEA); Wissen über Änderungsstrategien: Unterscheidung der beiden Ansätze korrigierendes und generierendes Ändern, Ablauf der notwendigen Prozesskette für eine technische Änderung
- Wissen über Product Lifecycle Management (PLM); Wissen über den Produktlebenszyklus und die einzelnen Phasen; Wissen über die Notwendigkeit von und Anforderungen an PLM-Systeme; Wissen über Versionen und Varianten; Wissen über Konfigurationsmanagement; Wissen über Workflow- und Änderungsmanagement
- Wissen über Innovationsmanagement; Abgrenzung der Begriffe Idee, Innovation, Technologie und Technik; Wissen über die Aufgabenfelder und Ziele des Innovationsmanagements; Wissen über den Innovationsprozess und seine Phasen; Methoden und Hilfsmittel zur Technologiefrüherkennung und -prognose; Wissen über die S-Kurve zur Abschätzung der technologischen Entwicklung; Faktoren zur Förderung der Innovationskultur; Wissen über Innovationskostenbudgetierung
- Wissen über affektive Faktoren in der Produktentwicklung: Abgrenzung von Affektivität, Emotion und Gefühl, Subjektive und objektive Qualität, Prozess des subjektiven Werteempfindens, Ästhetik und Gestaltprinzipien, Ausgewählte Methoden des Affective Engineering

### **Verstehen**

Studierende verstehen die grundlegenden Abläufe und Zusammenhänge in den Bereichen:

- Risikoeinschätzung
- Planungs- und Managementtechniken



- Information, Wissen und Wissensmanagement
- Innovationsmanagement
- Affective Engineering

### **Anwenden**

Im Rahmen des Moduls IPE bearbeiten die Studierenden eigenständig Prozessmodelle, Projektpläne, Trendanalysen, Bewertungsobjekte, Szenariogestaltungsfelder, risikobehaftete Systeme sowie Komplexitätsanalysen. Die Arbeiten erfolgen in Gruppen, die Studierenden präsentieren ihre Ergebnisse unter der Leitung des wissenschaftlichen Personals. Grundlage für die genannten Tätigkeiten stellt das zuvor erworbene Wissen dar.

### **Analysieren**

Die Studierenden sind in der Lage Querverweise zu den im Modul MRK erworbenen Kompetenzen aufzuzeigen.

### **Evaluieren (Beurteilen)**

Anhand der erlernten Kenntnisse der Integrierten Produktentwicklung schätzen die Studierenden, deren Eignung für unbekannte Problemstellungen ein und beurteilen diese. Darüber hinaus können Studierende nach der Veranstaltung die entsprechenden Methoden kritisch hinterfragen und wichtige Entscheidungskriterien bei der Produktentwicklung aufstellen.

### **Erschaffen**

Im Rahmen des Moduls IPE erwerben die Studierenden Kenntnisse, um selbstständig konkrete Problemstellungen zu bearbeiten:

- Die Studierenden entwickeln das Prozessmodell für einen Geschäftsprozess zur Bauteilbearbeitung und greifen dabei auf das zuvor vermittelte Wissen zurück (Modellierungsobjekte und -restriktionen).
- Die Aufgaben zur Projektplanung steigen in ihrer Kompliziertheit und werden von den Studierenden selbstständig bearbeitet. Dabei erzeugen sie Projektpläne, berechnen Pufferzeiten und identifizieren den jeweiligen kritischen Pfad. Weiterhin werden für konkrete Beispiele Meilensteinpläne und Gantt-Diagramme erarbeitet.
- Für ein realistisches Beispiel (ICE-Drehgestell) erzeugen die Studierenden eine Kosten-Trendanalyse und eine Meilenstein-Trendanalyse. Sie analysieren ihre Ergebnisse und beurteilen selbstständig, ob hinsichtlich der beiden Aspekte ein Verzug im Projekt auftritt und ggf. eingegriffen werden müsste.
- Im Rahmen des Themenfelds „Bewerten und Entscheidungsfindung“ erzeugen die Studierenden für ein

durchgehendes Beispiel eine gewichtete Punktbewertung. Die Ergebnisse werden präsentiert und besprochen.

- Basierend auf den Inhalten zum Thema „Szenariotechnik“ erzeugen die Studierenden Lösungen für ein durchgehendes Beispiel und durchlaufen dabei alle Stufen des Szenariobildungsprozesses. Ausgehend von einer Gestaltungsfeldanalyse identifizieren die Studierenden selbstständig Umfeld- und Lenkungsgrößen, legen Schlüsselfaktoren (SF) fest, erzeugen ein vollständiges Aktiv-Passiv Grid, ermitteln Zukunftsprognosen für jeden SF und erzeugen daraus die einzelnen Szenarien. Die Ergebnisse werden präsentiert und diskutiert.
- Im Rahmen des Themenfelds „Risikomanagement“ wird Wissen über die Grundlagen der Bool'schen Algebra vermittelt und anschließend von den Studierenden in kurzen Beispielen angewandt. Die Teilnehmenden analysieren Fehlerbäume und optimieren diese anschließend.
- Die Studierenden stellen im Rahmen des Themas „Komplexitätsmanagement“ Merkmalbäume auf und führen Planspiele auf Funktions- und Bauteilebene durch. Außerdem erstellen und analysieren sie Multiple-Domain-Matrizen und Distanzmatrizen.

#### **Lern- bzw. Methodenkompetenz**

Die Studierenden sind in der Lage, selbständig Produkte und Prozesse gemäß erlernter Vorgehensweisen und Richtlinien zu gestalten, unter Berücksichtigung verschiedenster Design-for-X-Aspekte sowie bestehende Produkte und Prozesse hinsichtlich gestellter Anforderungen des Design-for-X objektiv zu bewerten.

#### **Selbstkompetenz**

Die Studierenden erwerben Fähigkeiten zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen, objektiven Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. Umsetzung der erworbenen Kenntnisse der Richtlinien des Design-for-X in der Konstruktion) als auch in sozialer Hinsicht (u. a. Erarbeitung von Lösungen und Kompromissen im interdisziplinären Team).

#### **Sozialkompetenz**

Die Studierenden organisieren selbstständig die Bearbeitung von Übungsaufgaben in kleinen Gruppen und erarbeiten gemeinsam Lösungsvorschläge für die gestellten Übungsaufgaben. In der gemeinsamen Diskussion erarbeiteter Lösungen geben Betreuende und Mitstudierende wertschätzendes Feedback.

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97270 | <b>Mehrkörperdynamik</b><br>Multibody dynamics  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik für Systeme gekoppelter starrer Körper</li> <li>• Dreidimensionale Rotationen</li> <li>• Newton-Euler-Gleichungen des starren Körpers</li> <li>• Bewegungsgleichungen für Systeme gekoppelter Punktmassen/starrer Körper</li> <li>• Parametrisierung in generalisierten Koordinaten und in redundanten Koordinaten</li> <li>• Untermannigfaltigkeiten, Tangential- und Normalraum</li> <li>• Nichtinertialkräfte</li> <li>• Holonome und nicht-holonome Bindungen</li> <li>• Bestimmung der Reaktionsgrößen in Gelenken</li> <li>• Indexproblematik bei numerischen Lösungsverfahren für nichtlineare Bewegungsgleichungen mit Bindungen</li> <li>• Steuerung in Gelenken</li> <li>• Topologie von Mehrkörpersystemen</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen das innere, äußere und dyadische Produkt von Vektoren.</li> <li>• kennen die einfache und zweifache Kontraktion von Tensoren.</li> <li>• kennen den Satz von Euler für die Fixpunktdrehung.</li> <li>• kennen mehrere Möglichkeiten, dreidimensionale Rotationen zu parametrisieren (etwa Euler-Winkel, Cardan-Winkel oder Euler-Rodrigues-Parameter).</li> <li>• kennen die Problematik mit Singularitäten bei Verwendung dreier Parameter.</li> <li>• kennen die <math>SO(3)</math> und <math>so(3)</math>.</li> <li>• kennen den Zusammenhang zwischen Matrixexponentialfunktion und Drehzeiger.</li> <li>• kennen die Begriffe Untermannigfaltigkeit, Tangential- und Normalraum.</li> <li>• kennen die Begriffe Impuls und Drall eines starren Körpers.</li> <li>• kennen den Aufbau der darstellenden Matrix des Trägheitstensors eines starren Körpers.</li> <li>• kennen den Satz von Huygens-Steiner.</li> <li>• kennen die Begriffe holonom-skleronome und holonom-rheonome Bindungen.</li> </ul> |  |

- kennen den Begriff des differentiellen Indexes eines differential-algebraischen Gleichungssystems.
- kennen die expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen in den Gelenken von Mehrkörpersystemen.
- kennen aus Dreh- und Schubgelenken zusammensetzbare Gelenke.
- kennen niedrige und höhere Elementenpaare.
- kennen den Unterschied zwischen offenen und geschlossenen Mehrkörpersystemen.
- kennen den Satz über Hauptachsentransformation symmetrischer reeller Matrizen.
- kennen die nichtlinearen Effekte bei der Kreiselbewegung.

#### Verstehen

##### Die Studierenden:

- verstehen den Unterschied zwischen (physikalischen) Tensoren/Vektoren und (mathematischen) Matrizen/Tripeln.
- verstehen den Relativkinematik-Kalkül auf Lage, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsebene.
- verstehen, wie sich die Matrix des Trägheitstensors bei Translation und Rotation transformiert.
- verstehen die Trägheitseigenschaften eines starren Körpers.
- verstehen den Unterschied zwischen eingprägten Kräften und Reaktionskräften.
- verstehen den Unterschied zwischen expliziten und impliziten Reaktionsbedingungen.
- verstehen den Impuls- und Drallsatz (Newton-Euler-Gleichungen) für den starren Körper.
- verstehen die mechanischen Effekte, die auftretende Nichtinertialkräfte bewirken.
- verstehen, dass die  $SO(3)$  (multiplikative) Gruppenstruktur, die  $so(3)$  (additive) Vektorraumstruktur trägt.
- verstehen, warum dreidimensionale Rotationen nicht kommutativ sind.
- verstehen, welche Drehungen um Hauptachsen stabil, welche instabil sind.
- verstehen das Verfahren der Indexreduktion für die auftretenden differential-algebraischen Systeme.
- verstehen das Phänomen des Wegdriftens bei indexreduzierten Formulierungen der Bewegungsgleichungen.
- verstehen, wie man dem Wegdriften entgegenwirken kann.
- verstehen die analytische Lösung der Euler-Gleichungen des kräftefreien symmetrischen Kreisels.
- verstehen die Poincaré-Beschreibung des kräftefreien Kreisels.
- verstehen die Beweise der zugehörigen analytischen Zusammenhänge, einschließlich der Voraussetzungen.

#### Anwenden

##### Die Studierenden:

- können Koeffizienten von Vektoren und Tensoren zwischen verschiedenen Koordinatensystemen transformieren.

- können den Relativkinematik-Kalkül anwenden, d.h. mehrere Starrkörperbewegungen miteinander verketten.
- können Rotationen aktiv und passiv interpretieren.
- können allgemein mit generalisierten Koordinaten umgehen.
- können die Winkelgeschwindigkeit zu einer gegebenen Parametrisierung der Rotationsmatrix berechnen.
- können zu einer gegebenen Untermannigfaltigkeit Normal- und Tangentialraum bestimmen.
- können den Impuls- und Drallsatz auf starre Körper anwenden.
- können die Bindungen auf Lage-, Geschwindigkeits und Beschleunigungsebene bestimmen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in minimalen generalisierten Koordinaten aufstellen.
- können die Bewegungsgleichungen dynamischer Systeme in redundanten Koordinaten aufstellen.
- können letztere in erstere überführen.
- können die Lagrange-Multiplikatoren sowie die zugehörigen Reaktionskräfte systematisch als Funktion der Lage- und Geschwindigkeitsgrößen berechnen.
- können geeignete Nullraum-Matrizen finden.
- können die Reaktionskräfte in den Bewegungsgleichungen via Nullraummatrix eliminieren.
- können das Verfahren der Indexreduktion auf die Bewegungsgleichungen in redundanten Koordinaten anwenden.
- können den Index alternativer Formulierungen der Bewegungsgleichungen (etwa GGL-Formulierung) berechnen.
- können das Phänomen des Wegdriftens durch Projektionsverfahren oder Baumgarte-Stabilisierung unterbinden.
- können die translatorische und rotatorische Energie eines starren Körpers berechnen.
- können Hauptträgheitsmomente und -richtungen via Hauptachsentransformation ermitteln.
- können Trägheitsmomente einfacher Körper durch Volumenintegration berechnen.
- können den Satz von Huygens-Steiner anwenden.
- können den Freiheitsgrad holonomer Systeme bestimmen.
- können skleronome und rheonome Gelenke modellieren.
- können Mehrkörpermodelle topologisch und kinematisch klassifizieren.
- können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) durch Differentiation verifizieren.
- können die dynamische rechte Seite der Bewegungsgleichungen in Matlab implementieren und mit Standard-Zeitintegrationsverfahren lösen.
- können die Beweise der wichtigsten mathematischen Sätze eigenständig führen.

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Analysieren</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können analytische Lösungen der Bewegungsgleichungen (etwa Foucault-Pendel, symmetrischer Kreisel) eigenständig durch Integration bestimmen.</li> <li>• können die Auswirkungen der Zentrifugalmomente eines starren Körpers bei der Auslegung von Maschinen qualitativ und quantitativ beurteilen.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Mehrkörpermodelle realer Maschinen mit starren Körpern, Kraftelementen und Gelenken selbstständig aufbauen.</li> <li>• können deren Dynamik durch numerische Simulation analysieren.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Modul Dynamik starrer Körper  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schiehlen, Eberhard: Technische Dynamik. Teubner, 2004</li> <li>• Woernle: Mehrkörpersysteme. Eine Einführung in die Kinematik und Dynamik von Systemen starrer Körper. Springer, 2011</li> </ul>   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97088 | <b>Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM</b><br>Fundamentals of fluid modeling with OpenFOAM | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Seminar: Fundamentals of Fluid Modelling with OpenFOAM (4 SWS)                                       | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Mehran Shahzadeh   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!                                       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92850 | <b>Photovoltaik für Energietechniker</b><br>Photovoltaics for power engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Photovoltaik für Energietechniker (2 SWS)                            | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Wolfgang Heiß   |                 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Wolfgang Heiß  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Wozu Photovoltaik?<br/> Was ist Energie und Probleme der Energieversorgung.<br/> Erneuerbare Energien und Entwicklung der Photovoltaik.<br/> Das Strahlungsangebot der Sonne.<br/> Grundlagen von Halbleitern.<br/> Aufbau und Wirkungsweise von Solarzellen.<br/> Betrachtungen zum Wirkungsgrad von Solarzellen.<br/> Hocheffizienzzellen.<br/> Dünnschichtsolarzellen<br/> Perovskitesolarzellen<br/> CdTe Solarzellen<br/> CIGS Solarzellen<br/> Organische Solarzellen<br/> Schaltung von Solarzellen zu Modulen<br/> Solarzellen-Messtechnik</p>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Verstehen der folgenden Problematiken:<br/> Wozu Photovoltaik?<br/> Was ist Energie und Probleme der Energieversorgung.<br/> Was versteht man unter erneuerbare Energien und wie entwickelt sich die Photovoltaik.<br/> Wie ist das Strahlungsangebot der Sonne.<br/> wie funktionieren Halbleiter ganz grundlegend?<br/> Aufbau und Wirkungsweise von Solarzellen.<br/> Wie hoch kann der Wirkungsgrad von Solarzellen sein.<br/> Wie werden Hocheffizienzzellen und Dünnschichtsolarzellen hergestellt und wie sind sie aufgebaut.<br/> Was sind die spezifischen Eigenschaften von Perovskitesolarzellen, CdTe Solarzellen, CIGS Solarzellen, und organische Solarzellen?<br/> Wie werden Solarzellen verschalten und mit welcher Messtechnik werden sie überprüft und getestet.</p> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (45 Minuten)<br>Es gibt eine 45 minütige schriftliche Prüfung.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)<br>Die Modulnote ergibt sich aus der schriftlichen Prüfung.   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Comprehensive Guide on Organic and Inorganic Solar Cells Fundamental Concepts to Fabrication Methods</p> <p>Edited by Md. Akhtaruzzaman</p> <p>Solar Energy Research Institute (SERI), The National University of Malaysia (@Universiti Kebangsaan Malaysia), Bangi, Malaysia</p> <p>Vidhya Selvanathan Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi, Malaysia</p> <p>Academic Press</p> <p>ISBN: 978-0-323-85529-7</p><br><p>Mertens</p> <p>Photovoltaik</p> <p>Lehrbuch zu Grundlagen, Technologie und Praxis</p> <p>Lehrbuch/Studienliteratur</p><br><p>6., aktualisierte und erweiterte Auflage. 2022 409 S.</p> |



|   |                                  |   |                      |
|---|----------------------------------|---|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43490 | <b>Hardware-Software-Co-Design</b><br>Hardware-software-co-design             | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: UE-HSCD (2 SWS)<br>Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)      | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Muhammad Sabih<br>Tobias Hahn<br>Abrarul Karim<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich |                      |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Joachim Falk<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.</p> <p>Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.</p> <p>1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.<br/> 2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software<br/> 3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)<br/> 4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)<br/> 5) Verifikation und Cosimulation<br/> 6) Tafelübungen</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.</li> <li>Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)“ aus.  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> <li>• Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design</a></p> |

|   |                                   |  |                                  |
|---|-----------------------------------|--|----------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>292952 | <b>Hardware-Software-Co-Design (Vorlesung mit erweiterter Übung)</b><br>Hardware-software-co-design (Lecture with extended exercises)        | <b>7,5 ECTS</b>                  |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: UE-HSCD (2 SWS)<br>Vorlesung: Hardware-Software-Co-Design (2 SWS)<br>Übung: Erweiterte Übungen zu Hardware-Software-Co-Design (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Muhammad Sabih<br>Tobias Hahn<br>Abrarul Karim<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich  |                                  |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Joachim Falk<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Zahlreiche Realisierungen eingebetteter Systeme (z.B. Mobiltelefone, Faxgeräte, Industriesteuerungen) zeichnen sich durch kooperierende Hardware- und Softwarekomponenten aus. Die Popularität solcher Realisierungsformen lässt sich begründen durch 1) die steigende Vielfalt und Komplexität heterogener Systeme, 2) die Notwendigkeit, Entwurfs- und Testkosten zu senken und 3) Fortschritte in Schlüsseltechnologien (Mikroelektronik, formale Entwurfsmethoden). Zum Beispiel bieten Halbleiterhersteller kostengünstige ASICs an, die einen Mikrocontroller und benutzerspezifische Peripherie und Datenpfade auf einem Chip integrieren.</p> <p>Die Synthese solcher Systeme wirft jedoch eine Reihe neuartiger Entwurfsprobleme auf, insbesondere 1) die Frage der Auswahl von Hardware- und Softwarekomponenten, 2) die Partitionierung einer Spezifikation in Hard- und Software, 3) die automatische Synthese von Interface- und Kommunikationsstrukturen und 4) die Verifikation und Cosimulation.</p> <p>1) Überblick und Vergleich von Architekturen und Komponenten in Hardware/Software-Systemen.<br/> 2) Aufbau eines Compilers und Codeoptimierungsverfahren für Hardware und Software<br/> 3) Hardware/Software-Partitionierung (Partitionierung komplexer Systeme, Schätzungsverfahren, Performanzanalyse, Codegenerierung)<br/> 4) Interfacesynthese (Kommunikationsarten, Synchronisation, Synthese)<br/> 5) Verifikation und Cosimulation<br/> 6) Tafelübungen<br/> 7) Demonstrationen mit rechnergestützten Entwurfswerkzeugen und praktische Übungen</p> <p>Content: Numerous realisations of embedded systems (e.g. mobile phones, fax machines, industrial controls) are characterised by cooperating hardware and software components. The popularity of such realisations can be explained by 1) the increasing diversity and</p> |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <p>complexity of heterogeneous systems, 2) the need to reduce design and testing costs, and 3) advances in key technologies (microelectronics, formal design methods). For example, semiconductor manufacturers offer low-cost ASICs that integrate a microcontroller and user-specific peripherals and data paths on a single chip.</p> <p>However, the synthesis of such systems raises a number of novel design problems, in particular 1) the issue of hardware and software component selection, 2) the partitioning of a specification into hardware and software, 3) the automatic synthesis of interface and communication structures, and 4) verification and cosimulation.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Overview and comparison of architectures and components in hardware/software systems.</li> <li>2) Structure of a compiler and code optimisation procedures for hardware and software.</li> <li>3) Hardware/software partitioning (partitioning of complex systems, estimation procedures, performance analysis, code generation)</li> <li>4) Interface synthesis (communication types, synchronisation, synthesis)</li> <li>5) Verification and cosimulation</li> <li>6) Blackboard exercises</li> <li>7) Demonstrations with computer-aided design tools and practical exercises</li> </ol>   |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>Fachkompetenz - Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erhalten Einblick in ein aktuelles Forschungsgebiet.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen Grundlagen des modernen Systementwurfs.</li> <li>• Die Studierenden erklären Implementierungsalternativen für digitale Hardware/Software-Systeme.</li> </ul> <p>Fachkompetenz - Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden grundlegende Algorithmen an, zur Analyse und Optimierung von Hardware/Software-Systemen.</li> <li>• Die Studierenden wenden das erlernte Wissen in den erweiterten Übungen vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls an.</li> </ul> <p>Sozialkompetenz</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden benutzen aktuelle Entwurfswerkzeuge für die Spezifikation, Optimierung und Prototypisierung von Hardware/Software-Systemen bei der kooperativen Bearbeitung der erweiterten Übung in Gruppen.</li> </ul> <p>Competences: Professional competence - Knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students gain insight into a current field of research.</li> </ul> <p>Professional competence - Understanding</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students understand the basics of modern system design.</li> <li>• Students explain implementation alternatives for digital hardware/software systems.</li> </ul> <p>Professional competence - Application</p> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Students apply basic algorithms to analyse and optimise hardware/software systems.</li> <li>The students apply the knowledge they have acquired in the extended exercises on site at the computer workstations of the department.</li> </ul> <p>Social competence</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>The students use current design tools for the specification, optimisation and prototyping of hardware/software systems in the cooperative processing of the extended exercise in groups.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Die Auswahl dieses Moduls schließt die Auswahl des Moduls „Hardware-Software-Co-Design“ aus.  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Klausur (90 min) und erfolgreicher Bearbeitung aller Übungsaufgaben in den erweiterten Übungen (verpflichtend, vor Ort an den Rechnerarbeitsplätzen des Lehrstuhls). Die Sprache der Klausur ist abhängig von der Wahl der Studierenden entweder Deutsch oder Englisch.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>Die Modulnote ergibt sich aus der Klausurnote.  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p><b>Empfohlene Bücher zur Begleitung und Vertiefung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Teich J., Haubelt C.: "Digitale Hardware/Software-Systeme: Synthese und Optimierung", Springer-Verlag, 2007, ISBN: 978-3-540-46822-6</li> <li>Gajski, D. et al.: "Specification and Design of Embedded Systems", Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994, ISBN: 978-0131507319</li> </ul> <p><b>Weitere Informationen:</b></p>  |



<https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehveranstaltungen/vorlesungen/hardware-software-co-design>

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43195 | <b>Reconfigurable Computing</b><br>Reconfigurable computing   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Joachim Falk<br>Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p><b>Content:</b><br/>Reconfigurable (adaptive) computing is a novel yet important research field investigating the capability of hardware to adapt to changing computational requirements such as emerging standards, late design changes, and even to changing processing requirements arising at run-time. Reconfigurable computing thus benefits from a) the programmability of software similar to the Von Neumann computer and b) the speed and efficiency of parallel hardware execution. The purpose of the course reconfigurable computing is to instruct students about the possibilities and rapidly growing interest in adaptive hardware and corresponding design techniques by providing them the necessary knowledge for understanding and designing reconfigurable hardware systems and studying applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. After a general introduction about benefits and application ranges of reconfigurable (adaptive) computing in contrast to general-purpose and application-specific computing, the following topics will be covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconfigurable computing systems: Introduction of available technology including fine grained look up table (LUT-) based reconfigurable systems such as field programmable gate arrays (FPGA) as well as newest coarse grained architectures and technology.</li> <li>• Design and implementation: Algorithms and steps (design entry, functional simulation, logic synthesis, technology mapping, place and route, bit stream generation) to implement (map) algorithms to FPGAs. The main focus lies on logic synthesis algorithms for FPGAs, in particular LUT technology mapping.</li> <li>• Temporal partitioning: techniques to reconfigure systems over time. Covered are the problems of mapping large circuits which do not fit one single device. Several temporal partitioning techniques are studied and compared.</li> <li>• Temporal placement: Techniques and algorithms to exploit the possibility of partial and dynamic (run-time) hardware reconfiguration. Here, OS-like services are needed that optimize the allocation and scheduling of modules at run-time.</li> <li>• On-line communication: Modules dynamically placed at run-time on a given device need to communicate as well as transport data off-chip. State-of-the-art techniques are</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>introduced how modules can communicate data at run-time including bus-oriented as well as network-on-a-chip (NoC) approaches.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Designing reconfigurable applications on Xilinx Virtex FPGAs: In this part, the generation of partial bitstreams for components to be placed at run-time on Xilinx FPGAs is introduced and discussed including newest available tool flows.</li> <li>• Applications: This section presents applications benefiting from dynamic hardware reconfiguration. It covers the use of reconfigurable systems including rapid prototyping, reconfigurable supercomputers, reconfigurable massively parallel computers and studies important application domains such as distributed arithmetic, signal processing, network packet processing, control design, and cryptography.</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p><b>Learning objectives and competencies:</b></p> <p>Domain-specific knowledge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students know to exploit run-time reconfigurable design methodologies for adaptive applications.</li> </ul> <p>Domain-specific comprehension</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The students understand the mapping steps and optimization algorithms.</li> <li>• The students classify different types and kinds of reconfigurable hardware technologies available today.</li> <li>• The students clarify pros and cons of reconfigurable computing technology.</li> <li>• The students summarize applications benefiting from reconfigurable computing.</li> <li>• The students describe the design of circuits and systems-on-a-chip (SoC) on FPGAs.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Selection of this module prohibits the selection of the modules "Reconfigurable Computing (Lecture with Exercises)", "Reconfigurable Computing (Lecture with Extended Exercises)", or "Reconfigurable Computing with extended exercises" by the student.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>Oral exam in case of less than 20 participants (duration 30 mins).<br>Otherwise, written exam (duration 90 mins).  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>The exam determines the final grade of the module.  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <p><b>Further reading material:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The Hamburg VHDL Archive (see Documentation link for free books) <a href="http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php">http://tams-www.informatik.uni-hamburg.de/research/vlsi/vhdl/index.php</a></li> <li>• Interactive VHDL Tutorial with 150 examples from ALDEC <a href="http://www.aldec.com/downloads/">http://www.aldec.com/downloads/</a></li> <li>• Easy FPGA tutorials, projects, and boards <a href="http://www.fpga4fun.com">http://www.fpga4fun.com</a></li> <li>• Xilinx WebPack ISE and Modelsim MXE (free FPGA synthesis tool and free VHDL simulator) <a href="http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm">http://www.xilinx.com/ise/logic_design_prod/webpack.htm</a></li> <li>• Symphony EDA free VHDL simulator (select FREE Edition license) <a href="http://www.symphonyeda.com/products.htm">http://www.symphonyeda.com/products.htm</a></li> <li>• Icarus open-source Verilog simulator <a href="http://www.icarus.com/eda/verilog/">http://www.icarus.com/eda/verilog/</a></li> </ul> <p><b>Further information:</b></p> <p><a href="https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/">https://www.cs12.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/vorlesungen/reconfigurable-computing/</a></p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96111 | <b>Markt und Netze –Systemlösungen für die Energiewende</b><br>Market and grids - system solutions for the energy transition                                | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Markt und Netze - Systemlösungen für die Energiewende (4 SWS)<br>Übung: Übungen zu Markt und Netze - Systemlösungen für die Energiewende (0 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Julian Richter<br>Dr. Hans-Christoph Maurer   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther<br>Dr. Hans-Christoph Maurer  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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 CO<sub>2</sub>-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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundzüge des energiewirtschaftlichen Ordnungsrahmens in Deutschland und Europa;</li> <li>• sind vertraut mit den wesentlichen Akteuren im Energiesystem und ihren Rollen;</li> <li>• analysieren die Anreize für das Handeln dieser Akteure und die resultierenden Wirkungen für das Energieversorgungssystem;</li> <li>• können Energiebilanzen und Energieszenarien lesen und interpretieren;</li> <li>• verstehen die Bedeutung energiebedingter CO<sub>2</sub>-Emissionen für die Bekämpfung des Klimawandels und können die Wirkungsweise von Instrumenten zur Emissionsreduktion erläutern;</li> <li>• beherrschen die energiewirtschaftliche Kostenrechnung aus betriebs- und volkswirtschaftlicher Perspektive;</li> <li>• verstehen die Funktionsweise von Märkten für elektrische Energie;</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Potenziale, Kosten und Systemwirkungen unterschiedlicher Technologien erneuerbarer Energien;</li> <li>• erkennen die Herausforderungen zur Gewährleistung von Versorgungssicherheit in einem von erneuerbaren Energien dominierten Erzeugungssystem sowie denkbare Lösungsansätze;</li> <li>• kennen die Mechanismen zur Koordination von Energiemarkt und Netzinfrastruktur wie Netzausbau und Engpassmanagement;</li> <li>• verstehen den Bedarf zur Flexibilisierung des Energieversorgungssystems sowie diesbezügliche Potenziale und Hemmnisse;</li> <li>• beschreiben mögliche Strategien zur Dekarbonisierung der Sektoren Wärme und Verkehr u. a. über die verstärkte Nutzung von Strom als Energieträger und</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Alle gezeigten Folien werden elektronisch zur Verfügung gestellt.</p> <p>Nachfolgende Literaturhinweise dienen der eigenständigen Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Cowen, A. Tabarrok; Modern Principles of Economics; Third Edition; Worth Publishers, New York, 2015 (insbesondere für Studierende ohne wirtschaftswissenschaftlichen Hintergrund)</li> <li>• G. Erdmann, P. Zweifel; Energieökonomik; Theorie und Anwendungen; Springer, Berlin, Heidelberg, 2008.</li> </ul>  |

- D. S. Kirschen, G. Strbac; Fundamentals of Power System Economics; Second Edition; Wiley, 2018.

|   |                                  |   |                    |
|---|----------------------------------|---|--------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94543 | <b>Maschinenelemente II</b><br>Machine Elements II  | <b>10 ECTS</b>     |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Maschinenelemente II (2 SWS)<br>Praktikum: Konstruktionsübung II (4 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: Maschinenelemente II (4 SWS) | 2,5 ECTS<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Benedict Rothhammer<br>Klara Feile<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |                    |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Elastische Verbindungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Federn</li> </ul> <p>Elemente lagern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente rotatorisch lagern Gleitlager,</li> <li>• Elemente rotatorisch lagern Gasgeschmierte Lager, Magnetlager,</li> <li>• Elemente linear lagern.</li> </ul> <p>Fluide führen</p> <p>Elemente dichten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Statische Dichtungen</li> <li>• Dynamische Dichtungen</li> </ul> <p>Bewegung anpassen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antriebssysteme und Antriebsstränge</li> <li>• Getriebe</li> <li>• Stirnzahnräder und Stirnradgetriebe</li> <li>• Umlaufrädergetriebe</li> <li>• Kegelradgetriebe</li> <li>• Schneckengetriebe</li> <li>• Verlustleistung und Getriebewirkungsgrad</li> <li>• Gestaltung von Zahnrädern und Zahnradgetrieben</li> <li>• Hüllgetriebe</li> <li>• Kupplungen</li> <li>• Bremsen</li> </ul> <p>Grundlagen der Tribologie</p> <p>Grundlagen der mechatronischer Maschinenelemente</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b><u>Fachkompetenz</u></b></p> <p><b>Wissen</b></p> <p><i>ME II</i></p> <p>Die Studierenden erwerben Wissen über</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Federn,</li> <li>• die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der verschiedenen Gleitlagerbauarten,</li> <li>• Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten,</li> </ul>   |  |



- Drehmoment- und Drehzahlkennlinien von Antriebs- und Arbeitsmaschinen,
- die Wirkungsgrade sowie die Schmierung von Zahnradgetrieben,
- Dichtungen,
- die Grundlagen zu Umlaufräder-, Kegel- und Schneckengetrieben,
- die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der unterschiedlichen Riemenarten, -scheiben und -getriebe,
- die wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der unterschiedlichen Kettenarten, -räder und -getriebe,
- Kupplungen und Bremsen,
- die Grundlagen der mechatronischen Maschinenelemente.

### **Verstehen**

#### *ME II*

Die Studierenden gewinnen funktionsorientiertes Verständnis für und Überblick zu gängigen Maschinenelementen sowie Vertiefung zahlreicher Maschinenelemente unter Berücksichtigung derer spezifischen Merkmale, Eigenschaften und Einsatzbedingungen. Im Einzelnen für:

- die konstruktive Gestaltung von Wälzlagerstellen, insbesondere Passungswahl und Lageranordnungen,
- rotatorische Gleitlager und das Klassifizieren von Gleitlagern nach deren Wirkprinzip,
- die hydrodynamische Schmiertheorie und die Wirkungsweise hydrodynamischer Gleitlager,
- die Gestaltung von hydrodynamischen Gleitlagern,
- Dichtungen und Dichtungssysteme sowie das Klassifizieren statischer und dynamischer Dichtungen und die Auswahl von Dichtungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen,
- Last- und Beschleunigungsdrehmomente und zu reduzierende Trägheitsmomente,
- Getriebe als wichtige mechanische Komponente in Antriebssträngen und das Klassifizieren von Getrieben nach deren Wirkprinzipien,
- Umlaufrädergetriebe, deren Bauarten, Merkmale und Eigenschaften sowie Berechnung von Standübersetzung und Standwirkungsgrad, Drehzahlen und Umlaufübersetzungen und Drehmomente,
- Kegelräder und Kegelradgetriebe,
- Schneckenverzahnungen und Schneckengetriebe,
- Ursachen und Kenntnis über die Größenordnung von Verlustleistung und Erwärmung in Zahnradgetrieben,
- die Gestaltung von Zahnradern und Zahnradgetrieben unterschiedlicher Bauarten,
- Riemengetriebe, Klassifizierung unterschiedlicher Riemengetriebe,

- Kettengetriebe, die Mechanik der Kette (Polygoneffekt) sowie Klassifizierung unterschiedlicher Kettengetriebe,
- nicht-schaltbare und schaltbare Kupplungen und Klassifizieren von Kupplungen nach deren Funktions- und Wirkprinzipien,
- mechanische, hydrodynamische und elektrische Bremsen sowie deren wesentlichen Merkmale und Eigenschaften und das Klassifizieren von Bremsen nach deren Hauptfunktion und deren Wirkprinzipien,
- tribologische Systeme und tribologische Kontakte sowie für Reibung, Verschleiß und Schmierung,
- Schmierstoffe als Maschinenelement,
- Grundlegende Zusammenhänge mechatronischer Maschinenelemente.

### **Anwenden**

#### *ME II*

Die Studierenden wenden das Gelernte an bei der Berechnung von:

- zug-/druckbeanspruchten, biegebeanspruchten und torsionsbeanspruchten Federn, insbesondere Tellerfedern und Schraubenfedern,
- Trocken- und Festschmierstoffgleitlagern,
- hydrodynamischen Radial- und Axialgleitlagern in Anlehnung an DIN 31652 ff,
- Antriebssystemen, Antriebssträngen und Antriebskomponenten, insbesondere von Last- und Beschleunigungsdrehmomenten,
- Verzahnungsgeometrien und Beurteilung der Eingriffsverhältnisse an Kegelradgetrieben; Analyse der am Kegelrad wirkenden Kräfte und Ermittlung der Zahnfuß- und der Grübchentragsfähigkeit in Anlehnung an DIN 3991,
- Verzahnungsgeometrien von Schnecken und Schneckenrädern; Analyse der an Schnecke und Scheckenrad wirkenden Kräfte sowie Ermittlung der Zahnfuß-, der Grübchen- und der Verschleißtragsfähigkeit sowie der Durchbiegung der Schneckenwelle und der Temperatursicherheit für einfache Anwendungsfälle in Anlehnung an DIN 3996,
- Dimensionierung und Gestaltung von Zahnrädern, Zahnradwellen und Getriebegehäusen,
- wirksamen Kräften in Riemengetrieben,
- Vorauswahl von Ketten und Grobdimensionierung von Kettengetrieben,
- Auswahl von Kupplungen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen,
- Auswahl von Bremsen unter Berücksichtigung gegebener technischer Randbedingungen; Grundlegende Berechnungen an Bremsen zu deren Vorauswahl bzw. Dimensionierung,

- Modellierung und Berechnung dynamischer Systeme am Beispiel mechatronischer Maschinenelemente.

### *KÜ II*

Übertragen der in den Lehrveranstaltungen Maschinenelemente I und Maschinenelemente II vermittelten Fach- und Methodenkompetenzen auf eine neue Aufgabenstellung aus dem Bereich der Zahnradgetriebe (d. h. mehrstufige Stirn-, Kegelrad- oder Schneckengetriebe, Umlaufrädergetriebe oder Kombinationen hieraus), hierzu:

- Berechnung von Teil- und Gesamtübersetzungen, gegebenenfalls Stand-, Umlaufübersetzungen und Drehzahlverhältnisse bei Umlaufrädergetrieben,
- Berechnung maßgeblicher Verzahnungsgrößen an gerad-, schräg- und doppelschrägverzahnten Stirnrädern mit Evolventenverzahnung bei Stumpf-, Normal- und Hochverzahnung sowie mit und ohne Profilverschiebung, an Kegelrädern, Schnecken und Schneckenrädern,
- Berechnung der an der Verzahnung wirkenden Nennbelastungen (Drehmomente, Zahnkräfte),
- Beurteilung der Tragfähigkeit der Verzahnung durch Überprüfung der Sicherheiten gegen Zahnbruch und Grübchenbildung in Anlehnung an DIN 3990 Methode C bei Stirnrädern bzw. DIN 3991 bei Kegelrädern bzw. durch Überprüfung der Sicherheiten gegen Zahnbruch, Grübchenbildung, Verschleiß, elastische Verformung und Erwärmung bei Schneckengetrieben in Anlehnung an DIN 3996,
- Bestimmung von Wellenabmessungen unter Tragfähigkeits- und Steifigkeitsaspekten und Auslegung von Welle-Nabe-Verbindungen,
- Beurteilung der Tragfähigkeit und Lebensdauer ausgewählter Wälzlager unter Berücksichtigung von DIN ISO 76 (statische Tragfähigkeit) und DIN ISO 281 (nominelle und erweiterte modifizierte Lebensdauer),
- Beurteilung von Tragfähigkeit, Stabilität, Verschleiß und Wärmebilanz ausgewählter hydrodynamischer Gleitlager unter Berücksichtigung von DIN 31652,
- Gestaltung mechanischer Antriebskomponenten, insbesondere Achsen und Wellen, Lagerungen, Dichtverbindungen, Zahnrädern und Getriebegehäusen unter Berücksichtigung von Funktions- und Kostenaspekten,
- Berechnung, Konstruktion und Untersuchung des dynamischen Verhaltens von Kupplungen und Bremsen.

### **Analysieren**

### *ME II*

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge durch:

- Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Wälzlagertechnik zu erwerbenden Kompetenzen über rotatorische Wälzlager und Wälzlagerungen,
- Aufzeigen von Querverweisen zu den in den Lehrveranstaltungen Regelungstechnik und Elektrische Antriebstechnik zu erwerbenden Kompetenzen über Antriebssysteme, Antriebsstränge und Antriebskomponenten,
- Befähigung, die an ausgewählten Maschinenelementen vorgestellten tribologischen Einflussfaktoren in einen übergeordneten Kontext zu stellen; hierbei Aufzeigen von Querverweisen zu den in der Lehrveranstaltung Tribologie und Oberflächentechnik zu erwerbenden Kompetenzen.

#### *KÜ II*

Die Studierenden verstehen Zusammenhänge durch Analyse eines Getriebekonzepts auf Basis einer Prinzipskizze -Überprüfung der Eingriffsverhältnisse und der Laufruhe der Verzahnung

#### **Evaluieren (Beurteilen)**

#### *ME II*

Die Studierenden erlernen Möglichkeiten zur Einschätzung:

- der konstruktiven Ausführung von Lagerungen,
- der Eingriffsverhältnisse in Stirnradgetrieben mit Profilverschiebung.

#### *KÜ II*

Die Studierenden erlernen praktische Möglichkeiten zur Einschätzung der Eingriffsverhältnisse und der Laufruhe der Verzahnung.

#### **Erschaffen**

#### *ME II*

Die Studierenden erlernen das Gestalten, die Auswahl sowie die Auslegung vorwiegend bewegter Maschinenelemente, insbesondere:

- die Auswahl geeigneter Wälzlager zur detaillierten Gestaltung von Wälzlagerstellen,
- die Auswahl geeigneter Gleitlager und deren Grobgestaltung,
- die Auswahl und Grobgestaltung von Stirnzahnrädern,
- die Auswahl und Grobgestaltung von Kegelrädern.

#### *KÜ II*

Die Studierenden erlernen die Umsetzung des Getriebekonzepts in einen funktions-, fertigungs- und montagegerechten Entwurf, der normgerecht in einer Technischen Zeichnung darzustellen ist, sowie Auslegung maßgeblicher Getriebekomponenten, wie Wellen, Zahnräder und Lagerungen. Dies wird abgeschlossen durch die Erstellung einer komplexen Zusammenbauzeichnung

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>in Form einer normgerechten technischen Zeichnung als Detailentwurf des Zahnradgetriebes, hierbei Rückgriff auf die in der Lehrveranstaltung Technische Darstellungslehre I und Maschinenelemente I erworbenen Kompetenzen. Zudem wird das dynamische Verhalten ein mechanisches Systems, wie z.B. einer Kupplung oder einer Bremse, in Matlab/Simulink simuliert.</p> <p><b><u>Lern- bzw. Methodenkompetenz</u></b></p> <p>Die Studierenden erlernen Verfahren und Methoden zur Einschätzung und Bewertung von Maschinenelementen, einschließlich der Befähigung, Berechnungsansätze und Gestaltungsgrundsätze auch auf andere Maschinenelemente, die nicht explizit im Rahmen der Lehrveranstaltung behandelt wurden, zu übertragen.</p> <p><b><u>Selbstkompetenz</u></b></p> <p><i>KÜ II</i></p> <p>Die Studierenden werden im Praktikumsbetrieb zur selbständigen Arbeitseinteilung und Einhaltung von Meilensteinen befähigt. Weiterhin erlernen die Studierenden eine objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen sowohl in fachlicher (u. a. in den Sprechstunden sowie den Testatsbesprechungen), als auch in sozialer Hinsicht (u.a. bei der Diskussion von Lösungen in Kleinstgruppen).</p> <p><b><u>Sozialkompetenz</u></b></p> <p><i>KÜ II</i></p> <p>Die Studierenden erarbeiten selbstständig die Ziele der Konstruktionsübung. In der gemeinsamen Diskussion geben Betreuende, Tutorinnen und Tutoren sowie Kommilitoninnen und Kommilitonen wertschätzendes Feedback.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur<br>Praktikumsleistung<br>Klausur, 120 Minuten<br><br>Konstruktionstechnisches Praktikum II (Praktikumsleistung, unbenotet):  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Für den Erwerb des Scheins als Dokumentation der erbrachten Studienleistung muss eine in schriftlicher und zeichnerischer Form vorliegende, eigenständig erstellte Ausfertigung, bestehend aus Berechnungen und Technischen Handzeichnungen testiert sein. Diese Ausfertigung stellt eine konstruktive Lösung einer gegebenen Aufgabenstellung dar. Die Ausarbeitung ist eigenständig zu erstellen und verbindlich zu einem vorab definierten Termin abzugeben. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)<br>Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wittel, H. u. a.: Roloff/Matek. Maschinenelemente. Normung, Berechnung, Gestaltung. Wiesbaden: Vieweg.</li> <li>- Schlecht, B: Maschinenelemente 1 &amp; 2. München: Pearson.</li> <li>- Decker, K.-H., u. a.: Maschinenelemente. Funktion, Gestaltung und Berechnung. München: Hanser.</li> <li>- Niemann, G.; Winter, H.; Höhn, B.-R.: Maschinenelemente. Bd. 1-3. Berlin: Springer.</li> </ul>                      |

# Wahlmodule

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim<br>Dr.-Ing. Gunnar Possart   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• geometrische und materielle Nichtlinearitäten</li> <li>• Herleitung und Diskretisierung der schwachen Form in materieller und räumlicher Darstellung</li> <li>• konsistente Linearisierung</li> <li>• iterative Lösungsverfahren für nichtlineare Probleme</li> <li>• Lösungsverfahren für transiente Probleme</li> <li>• diskontinuierliche Finite Elemente</li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts in nonlinear continuum mechanics</li> <li>• Geometric and material nonlinearities</li> <li>• Derivation and discretization of the weak form in the material and spatial configuration</li> <li>• Consistent linearization</li> <li>• Iterative solution methods for nonlinear problems</li> <li>• Solution methods for transient problems</li> <li>• Discontinuous finite elements</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der nichtlinearen Finiten Element Methode</li> <li>• können nichtlineare Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren</li> <li>• kennen geeignete Lösungsverfahren für nichtlineare Problemstellungen</li> <li>• kennen geeignete Lösungsverfahren für transiente Probleme</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the basic concept of the finite element method</li> <li>• are able to model nonlinear problems in continuum mechanics</li> <li>• are familiar with solution algorithms for nonlinear problems</li> <li>• are familiar with solution methods for transient problems</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen: Grundkenntnisse in "Kontinuumsmechanik" und der "Methode der Finiten Elemente"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a></p>   |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>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.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>. 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.</p> <p><b><u>Organisatorisches:</u></b></p> <p>Der Prüfer legt die Unterrichts- und Prüfungssprache in der ersten Lehrveranstaltung nach Rücksprache mit den Studierenden fest.</p> <p>The examiner determines the language of instruction and examination in the first lecture after consultation with the students.</p> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br><br>Nichtlineare Finite Elemente / Nonlinear Finite Elements (Prüfungsnummer: 42601)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wriggers: Nichtlineare Finite Element Methoden, Springer 2001</li> <li>• Crisfield: Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, Wiley, 2003</li> </ul>   |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Nico Hanenkamp   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Historische Entwicklung</li> <li>• Einteilung der Werkzeugmaschinen</li> <li>• Anforderungen an Werkzeugmaschinen</li> <li>• Umformende Werkzeugmaschinen</li> <li>• Spanende Maschinen mit geometrisch bestimmter Schneide und unbestimmter Schneide</li> <li>• Abtragende Maschinen, Lasermaschinen, verzahnende Maschinen, Mehrmaschinensysteme, Peripherie</li> <li>• Auslegung von Gestellen und Gestellbauteilen</li> <li>• Führungen und Lager</li> <li>• Hauptspindeln</li> <li>• Das Vorschubsystem</li> <li>• Steuerungs- und Regelungssystem</li> <li>• Zusammenfassung</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen</li> <li>• kennen unterschiedliche Werkzeugmaschinen der DIN 8580 Umformen, Trennen und Fügen</li> <li>• kennen die einzelnen Elemente einer Werkzeugmaschine</li> <li>• kennen verschiedene Bauformen von Werkzeugmaschinen</li> <li>• kennen Werkstoffe, Bauformen und Anforderungen an Gestelle</li> <li>• kennen unterschiedliche Antriebskonzepte</li> </ul> <p>Verstehen<br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen die Definition und Kennzeichen einer Werkzeugmaschine nach DIN 69651</li> <li>• Verstehen die Bedeutung der nationalen und internationalen Werkzeugmaschinenindustrie</li> <li>• Verstehen die verschiedenen Anforderungen an Werkzeugmaschinen</li> <li>• Verstehen die Maschinenkonzepte in Anlehnung an die DIN 8580</li> <li>• Verstehen die Aufgaben von Gestellen, Haupt- und Nebenantrieben, Führungen und der Maschinensteuerung</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen die Grundlagen der Schmierung und Reibung in Führungssystemen</li> <li>• Verstehen die Funktionsprinzipien verschiedener Führungssysteme</li> <li>• Verstehen die Funktionsweise verschiedener Motoren</li> <li>• Verstehen die unterschiedlichen Lagerungskonzepte für bewegte Elemente der Werkzeugmaschine</li> </ul> <p>Anwenden</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Können die wesentlichen Elemente der Werkzeugmaschine auslegen (Hauptantrieb, Führung, Vorschub, Gestell)</li> <li>• Können die Komplexität der Anforderungen an Werkzeugmaschinen diskutieren</li> <li>• Können den Antriebsstrang einer Werkzeugmaschine in die einzelnen Bestandteile zerlegen</li> <li>• Können Anforderungen aus einem gegebenen Fertigungsprozess an die Werkzeugmaschine ableiten</li> <li>• Können die Ursachen von Ratterschwingungen in Werkzeugmaschinen analysieren</li> <li>• Können den optimalen Lagerabstand für Hauptantriebe berechnen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (60 Minuten)<br>Klausur, 60 Minuten  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 %   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Hirsch, Andreas: Werkzeugmaschinen: Grundlagen, Auslegung, Ausführungsbeispiele. Springer Verlage 2012.<br><br>Brecher, C., Weck, M.: Werkzeugmaschinen. Band 1 bis 5. Springer Verlag.  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97087 | <b>Gießereitechnik 2</b><br>Casting technology 2  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97260 | <b>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics</b><br>Nonlinear continuum mechanics   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zur Nichtlinearen Kontinuumsmechanik (2 SWS)<br>Vorlesung: Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear continuum mechanics (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Dominic Soldner<br>Johannes Friedlein<br>Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Kinematics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Displacement and deformation gradient</li> <li>• Field variables and material (time) derivatives</li> <li>• Lagrangian and Eulerian framework</li> </ul> <p>Balance equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stress tensors in the reference and the current configuration</li> <li>• Derivation of balance equations</li> </ul> <p>Constitutive equations</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic requirements, frame indifference</li> <li>• Elastic material behaviour, Neo-Hooke</li> </ul> <p>Variational formulation and solution by the finite element method</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linearization</li> <li>• Discretization</li> <li>• Newton method</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnis über Feldgrößen (Deformation, Verschiebungen, Verzerrungen und Spannungen) als orts- und zeitabhängige Größen im geometrisch nichtlinearen Kontinuum.</li> <li>• verstehen die Zusammenhänge zwischen der Lagrange'schen und Euler'schen Darstellung der kinematischen Beziehungen und Bilanzgleichungen.</li> <li>• können die konstitutiven Gleichungen für elastisches Materialverhalten auf Grundlage thermodynamischer Betrachtungen ableiten.</li> <li>• können die vorgestellten Theorien im Rahmen der finiten Elementmethode für praktische Anwendungen reflektieren.</li> </ul> <p>*Objectives*</p> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtain profound knowledge on the description of field variables in non-linear continuum theory</li> <li>• know the relation/transformation between the Lagrangian and the Eulerian framework</li> <li>• are able to derive constitutive equations for elastic materials on the basis of thermodynamic assumptions</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>are familiar with the basic concept of variational formulations and how to solve them within a finite element framework</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen: Kenntnisse aus den Modulen "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre" und "Lineare Kontinuumsmechanik"</p> <p>Organisatorisches:<br/> Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.<br/> We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.<br/> 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.</p> <p>Organisatorisches:<br/> Der Prüfer legt die Unterrichts- und Prüfungssprache in der ersten Lehrveranstaltung nach Rücksprache mit den Studierenden fest.<br/> The examiner determines the language of instruction and examination in the first lecture after consultation with the students.</p> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Nichtlineare Kontinuumsmechanik / Nonlinear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 72601)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch  |

- Betten: Kontinuumsmechanik, Berlin:Springer 1993
- Altenbach, Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik, Stuttgart:Teubner 1994

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93330 | <b>Deep Learning for Beginners</b><br>Deep learning for beginners | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Deep Learning for Beginners (VHB-Kurs) (2 SWS)         | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Aline Sindel  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Neural networks have had an enormous impact on research in image and signal processing in recent years. In this course, you will learn all the basics about deep learning in order to understand how neural network systems are built. The course is addressed to students who are new to the field. In the beginning of the course, we introduce you to the topic with some applications of deep learning in the field of medical imaging, digital humanities and industry projects. Before we dive into the core elements of neural networks, there are two lecture units on the fundamentals of signal and image processing to teach you relevant parts of system theory such as convolutions, Fourier transform, and sampling theorem. In the next lecture units, you learn the basic blocks of neural networks, such as backpropagation, fully connected layers, convolutional layers, activation functions, loss functions, optimization, and regularization strategies. Then, we look into common practices for training and evaluating neural networks. The next lecture unit is focusing on common neural network architectures, such as LeNet, Alexnet, and VGG. It follows a lecture unit about unsupervised learning that contains the principles of autoencoders and generative adversarial networks. Lastly, we cover some applications of deep learning in segmentation and object detection.</p> <p>The accompanying programming exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks, in which you will develop a basic neural network from scratch in pure Python without using deep learning frameworks, such as PyTorch or TensorFlow.</p> <p>At the end of the semester, there will be a written exam.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the different neural network components,</li> <li>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,</li> <li>• compare and analyze different CNN architectures,</li> <li>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,</li> <li>• explain different deep learning applications,</li> <li>• implement the presented methods in Python,</li> <li>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,</li> <li>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of deep learning applications.</li> </ul>   |  |



|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Requirements: mathematics for engineering, basic knowledge of python                |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                            |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (60 Minuten)<br>The final exam is a written exam with 60 minutes duration. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                   |   |               |
|---|-----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>447324 | <b>Image, Video, and Multidimensional Signal Processing</b><br>Image, video and multidimensional signal processing  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                          | -   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                          |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47677 | <b>Data Science Survival Skills</b><br>Data science survival skills   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Andreas Kist  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Data Scientists need a comprehensive toolbox for their work. This consists for example of data acquisition, data cleaning, data processing and data visualization. In this course, we highlight good practices and approaches, and provide intensive hands-on experience.</p> <p>In particular, this course covers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Data handling and storage</li> <li>Lossy and lossless data compression</li> <li>Data acquisition and API usage</li> <li>Data visualization in scientific figures and movies</li> <li>Data analysis platforms</li> <li>Multithreading and multiprocessing</li> <li>Code vectorization and just-in-time compilation</li> <li>Code profiling</li> <li>Prototyping Graphical User Interfaces</li> <li>Workflow optimization techniques</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>will be able to create own code for working with data</li> <li>can carry out research projects in data science</li> <li>can apply code optimization strategies</li> <li>can design own graphical user interfaces for convenient interaction with data</li> <li>can produce high-quality data visualization as needed for scientific publications</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | It is recommended to have prior knowledge of the programming language Python (e.g. through GSProg or SciProgPy) and first exposure to data.   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel (60 Minuten)</p> <p>Compulsory: Written Exam, 60 min</p> <p>Optional: Homework (12-14 units)</p>  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Variabel (100%)</p> <p>The grade consists of the exam grade to 100%.</p>   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | We grant bonus points according to passed homework units (up to a grade advantage of 0.7, if the exam was passed with at least grade 4.0).  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Edward Tufte: The Visual Display of Quantitative Information<br><br>Cole Nussbaum Knaflitz: Storytelling with data<br><br>Wes McKinney: Python for Data Analysis: Data Wrangling with Pandas, NumPy, and IPython<br><br>Gabriele Lanaro: Python High Performance<br><br>Micha Gorelick, Ian Ozsvald: High Performance Python<br><br>Alan D Moore: Mastering GUI Programming with Python |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95067 | <b>Machine Learning for Engineers I - Introduction to Methods and Tools</b><br>Machine learning for engineers I - Introduction to methods and tools | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Machine Learning for Engineers I: Introduction to Methods and Tools (4 SWS)  | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Thomas Altstidl<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp<br>Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Björn Eskofier   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This is an introductory 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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to Python programming in the field of data science</li> <li>• Review of typical task domains (such as regression, classification and dimensionality reduction)</li> <li>• 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))</li> <li>• Practical application of these machine learning methods on engineering problems</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• independently recognize the task domain at hand for new applications</li> <li>• select a suitable and promising machine learning methodology based on their known theoretical properties</li> <li>• apply the chosen methodology to the given problem using Python</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br/> Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br/> Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur<br>Electronic exam (online), 90min   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 150 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | 1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92359 | <b>Robot mechanisms and user interfaces</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br><br>Attendance is not mandatory. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle<br>Mehmet Ege Cansev   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 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<br><br>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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | 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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Attendance accounts to 56h and self-study to 94h.<br>It is a written exam that accounts to 100% of the final grade.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</p> <p>Lenarcic, J., Bajd, T., &amp; Stanisic, M. M. (2013). Robot mechanisms. Springer.</p> <p>Hatzfeld, C., &amp; Kern, T. A. (2016). Engineering haptic devices. Springer.</p> <p>Selected research articles.</p> |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94920 | <b>International Supply Chain Management</b><br>International supply chain management | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: International Supply Chain Management (vhb) (4 SWS)              | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Simon Schlichte<br>Prof. Dr.-Ing. Florian Risch                                       |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Contents:<br/>The virtual course intends to give an overview on the main tasks of a supply chain manager in an international working environment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goals and tasks</li> <li>• Methods and tools</li> <li>• International environment</li> <li>• Knowledge and experience of industrial practice</li> <li>• Cutting edge research on SCM</li> </ul> <p>For practical training, 3 additional Case Studies are executed as part of the course.</p> <p>Lehreinheiten / Units:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrated logistics, procurement, materials management and production</li> <li>• Material inventory and material requirements in the enterprise</li> <li>• Strategic procurement</li> <li>• Management of procurement and purchasing</li> <li>• In-plant material flow and production systems</li> <li>• Distribution logistics, global tracking and tracing</li> <li>• Modes of transport in international logistics</li> <li>• Disposal logistics</li> <li>• Logistics controlling</li> <li>• Network design in supply chains</li> <li>• Global logistic structures and supply chains</li> <li>• IT systems in supply chain management</li> <li>• Sustainable supply chain management</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After having completed this course successfully, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define the basic terms of supply chain management</li> <li>• understand important procurement methods and strategies</li> <li>• name and classify different stock types and strategies</li> <li>• analyse possibilities for cost reduction in supply chains</li> <li>• know and differentiate central IT systems of supply chain management</li> <li>• explain disposal and controlling strategies</li> <li>• recognise the main issues in international supply networks</li> <li>• know the possibilities of transformation to a sustainable supply chain</li> <li>• assess different modes of transport</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                  |
|---|----------------------------------|---|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92345 | <b>Human-centered mechatronics and robotics</b>   | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Human-centered mechatronics and robotics (2 SWS)<br>Übung: Human-centered mechatronics and robotics (UE) (2 SWS)<br>Tutorium: Human-centered mechatronics and robotics (Tut) | 5 ECTS<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle<br>Rodrigo Jose Velasco Guillen   |                  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Human-oriented design methods</li> <li>• Biomechanics</li> </ul> <p>Motions, measurement, and analysis<br/>Biomechanical models</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Elastic actuators</li> <li>◦ Control methods Cognitive and physical human-robot interaction Empirical research methods</li> <li>◦ Research process and experiment design</li> <li>◦ 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.</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tackle the interdisciplinary challenges of human-centered robot design.</li> <li>• Use engineering methods for modeling, design, and control to develop human-centered robots.</li> <li>• Apply methods from psychology (perception, experience), biomechanics (motion and human models), and engineering (design methodology) and interpret their results.</li> <li>• Develop robotic systems that are provide user-oriented interaction characteristics in addition to efficient and reliable operation.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ott, C. (2008). Cartesian impedance control of redundant and flexible-joint robots. Springer.</li> <li>• Whittle, M. W. (2014). Gait analysis: an introduction. Butterworth-Heinemann.</li> <li>• Burdet, E., Franklin, D. W., &amp; Milner, T. E. (2013). Human robotics: neuromechanics and motor control. MIT press.</li> <li>• Gravetter, F. J., &amp; Forzano, L. A. B. (2018). Research methods for the behavioral sciences. Cengage Learning.</li> <li>• Further topic-specific text books and selected research articles.</li> </ul> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47667 | <b>Seminar Human-Robot Interaction</b><br>Seminar: Human-robot interaction  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br><br>Attendance is required for all sessions in presence. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in human-robot-interaction. This will comprise aspects of cognitive and physical human-robot interaction and related topics of human and engineering sciences. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of human-robot interaction. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Attendance is required for all 4 sessions in presence totaling to 8h. Self-study accounts to 67h.<br>The final presentation (15 min + 10 min Q&A) accounts to 60% of the final grade and the final report to the remaining 40% (at least 4 pages).  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 10 h<br>Eigenstudium: 65 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Selected research articles.  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92346 | <b>Seminar Autonomous Systems and Mechatronics</b><br>Seminar: Autonomous systems and mechatronics                   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Seminar: Seminar Autonomous Systems and Mechatronics (2 SWS)<br>Attendance is required for all sessions in presence. | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle<br>Rodrigo Jose Velasco Guillen  |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | In the seminar, students will analyze, present, and discuss recent research topics in autonomous systems and mechatronics. This will comprise mechatronic component, system, and control design as well as advanced methods aiming at autonomous operation. Besides reflecting contemporary literature, the students are asked to conclude and suggest directions for future research. |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | On successful completion of this module, students will be able to comprehend and convey recent research challenges in the area of autonomous system and mechatronics. Moreover, they are prepared to infer future research lines from recent developments.   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Attendance is required for all 4 sessions in presence totaling to 8h. Self-study accounts to 67h.<br>The final presentation (15 min + 10 min Q&A) accounts to 60% of the final grade and the final report to the remaining 40% (at least 4 pages).  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 10 h<br>Eigenstudium: 65 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Selected research articles.  |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92528 | <b>Numerical Optimization and Model Predictive Control</b><br>Numerical optimization and model predictive control | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Numerical Optimization and Model Predictive Control (4 SWS)                                  | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen  |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>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).</p> <p>In summary, the course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to and examples of static and dynamic optimization problems</li> <li>• Unconstrained numerical optimization (optimality conditions, numerical methods)</li> <li>• Constrained numerical optimization (linear/quadratic/nonlinear problems, optimality conditions, numerical methods)</li> <li>• Dynamical optimization / optimal control problems (calculus of variations, optimality conditions, PMP, numerical methods)</li> <li>• Nonlinear model predictive control (formulations, stability, real-time solution)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successful completion of the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• differentiate the problem classes of parametric and dynamic optimization</li> <li>• formulate and analyze practical optimization problems</li> <li>• derive and solve the optimality conditions for unconstrained and constrained optimization problems using state-of-the-art software tools</li> <li>• classify the different formulations and stability criteria for nonlinear model predictive control</li> <li>• design a model predictive controller for a given control task and analyze the performance and stability properties in closed loop</li> <li>• 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</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Basic knowledge of advanced mathematics (especially linear algebra)<br/>Basic knowledge of dynamical systems in time domain description (e.g. Regelungstechnik B)</p>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 6  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | S. Boyd, L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004<br><br>J. Nocedal, S.J. Wright. Numerical Optimization. New York: Springer, 2006<br><br>M. Papageorgiou, M. Leibold, M. Buss. Optimierung. Berlin: Springer, 2012<br><br>C.T. Kelley. Iterative Methods for Optimization. Society for Industrial und Applied Mathematics (SIAM), 1999<br><br>D.P. Bertsekas. Nonlinear Programming. Belmont. Athena Scientific, 1999<br><br>E. Camacho, C. Alba. Model Predictive Control. 2. Auflage, Springer, 2004<br><br>L. Grüne, J. Pannek. Nonlinear Model Predictive Control: Theory and Algorithms, Springer, 2011 |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92529 | <b>Nonlinear Control Systems</b><br>Nonlinear control systems | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Nonlinear Control Systems (4 SWS)        | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen                                  |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Examples of nonlinear physical systems and nonlinear phenomena</li> <li>• Introduction to computer algebra software</li> <li>• Analysis of nonlinear systems</li> <li>• Stability of nonlinear systems (Lyapunov stability)</li> <li>• Lyapunov-based control design (Backstepping)</li> <li>• Reachability/controllability and observability of nonlinear systems</li> <li>• Exact linearization via feedback</li> <li>• Differential flatness of nonlinear systems</li> <li>• Flatness-based feedforward and feedback control of nonlinear systems</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successful completion of the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe and analyze nonlinear systems</li> <li>• determine the input/output behavior of nonlinear systems</li> <li>• design nonlinear state feedback controllers via exact input-output and input-state linearization</li> <li>• apply the concept of differential flatness for the feedforward feedback control of nonlinear systems</li> <li>• use computer algebra software for the analysis and control design of nonlinear systems</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge of advanced mathematics<br>Linear control theory (state space methods), e.g. "Regelungstechnik B"   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 6   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• H.K. Khalil. Nonlinear Systems, Prentice Hall, 2002</li> <li>• S. Sastry. Nonlinear Systems, Springer, 1999</li> <li>• A. Isidori. Nonlinear Control Systems, Springer, 3. Auflage, 1995</li> <li>• J. Adamy. Nichtlineare Regelungen, Springer, 2009</li> <li>• J.-J. Slotine, W. Li. Applied Nonlinear Control, Prentice Hall, 1991</li> <li>• M. Vidyasagar. Nonlinear Systems Analysis, Prentice Hall, 2. Auflage, 1993</li> <li>• M. Krstic, I. Kanellakopoulos, P. Kokotovic. Nonlinear and Adaptive Control Design, John Wiley &amp; Sons, 1995</li> </ul> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47603 | <b>Dynamical Systems and Control</b>                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Dynamical Systems and Control (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Andreas Völz                                      |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Dr.-Ing. Andreas Völz  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This course introduces the fundamentals of dynamical systems and control design with a focus on linear single-input single-output system. The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamical systems: state space formulation, physical examples, linearization</li> <li>• Frequency domain: Laplace transform, analysis and control based on transfer functions</li> <li>• Time domain: analysis, control and observer design based on state space models</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe dynamical systems by differential equations</li> <li>• compute a linearized model for nonlinear systems</li> <li>• describe and analyze dynamical systems in the Laplace domain</li> <li>• design basic controllers in the Laplace domain</li> <li>• describe and analyze dynamical systems in the state space</li> <li>• design basic controllers and observers in the state space</li> </ul>                                 |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic knowledge of advanced mathematics</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• K.J. Aström and R.M. Murray: Feedback systems - An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press, 2008.</li> <li>• E. Hendricks, O. Jannerup, and P.H. Sørensen: Linear systems control: deterministic and stochastic methods, Springer, 2008.</li> <li>• L. Padulo and M.A. Arbib: System Theory, W.B. Saunders Company, 1974.</li> <li>• G.C. Goodwin, S.F. Graebe and M.E. Salgado: Control System Design, Prentice Hall, 2001.</li> <li>• W.J. Rugh: Linear System Theory, Prentice Hall, 1996.</li> <li>• C.T. Chen: Control System Design, Pond Woods Press, 1987.</li> <li>• T. Kailath: Linear Systems, Prentice Hall, 1980.</li> </ul> |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96316 | <b>Radar, RFID and Wireless Sensor Systems (RWS)</b><br>Radar, RFID and wireless sensor systems (RWS)                                    | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems<br>Exercises (2 SWS)<br><br>Vorlesung: Radar, RFID and Wireless Sensor Systems<br>(2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Christian Carlowitz<br>Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Radar, RFID and wireless sensor and wireless locating systems are essential for automotive advanced driver-assistance systems (ADAS), autonomous driving and flying, robotics, industrial automation, logistics and novel human machine interfaces. Further key areas include medical electronics, building technology and cyber-physical systems.</p> <p>The module "Radar, RFID and Wireless Sensors" is an introduction into functional principles, building blocks, hardware and signal processing concepts and applications of modern radar, RFID, wireless sensor and real time locating systems. Covered applications include automotive radar, road and air traffic control systems, as well as robotics, industrial automation and medical technology.</p> <p>RWS is an identical replacement of the former module "Drahtlose Sensoren, Radar- und RFID-Systeme DSR.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn about the setup, function and application of wireless sensors, Radar and RFID-systems</li> <li>• can analyze, discuss and implement basic components and system structures, signal theory, data processing and use cases</li> <li>• can determine the underlying physical limitations and sources of errors</li> <li>• are able to analyze and create system specifications and can compare and rate the usability of wireless sensors, Radar and RFID-systems</li> <li>• can create and define independently applications and system designs of RWSs</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich (90 Minuten)   |  |

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

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Vasileios Belagiannis  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p> <p>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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After attending the lecture, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand regression and classification problems</li> <li>• apply PDF estimation algorithms</li> <li>• understand Gaussian mixture models and expectation-maximization</li> <li>• apply principal component analysis and independent component analysis</li> <li>• assess different estimation algorithms</li> <li>• explain the application of machine learning to system identification</li> <li>• apply hidden Markov models</li> <li>• understand different artificial neural network architectures</li> <li>• explain deep learning principles</li> <li>• apply artificial neural networks</li> <li>• devise learning strategies for deep neural networks</li> <li>• assess the application of deep neural networks for speech processing tasks.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)<br>Schriftliche Prüfung von 90min Dauer  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Literature: <ul style="list-style-type: none"> <li>• C. M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, <a href="http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML">http://www.research.microsoft.com/en-us/um/people/cmbishop/PRML</a></li> <li>• S. Theodoridis and K. Koutroumbas: Pattern Recognition</li> <li>• M. Nielsen: Neural Networks and Deep Learning.</li> </ul> |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>85764 | <b>Digital Transformation in the Energy and Mobility Sector (DITEM)</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi<br>Prof. Dr. Verena Tiefenbeck   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>The module covers the role of Information &amp; Communication Technologies (ICT) in the energy transition towards a more sustainable energy production and consumption, with a particular focus on energy efficiency, the integration of renewable energy sources into the electric grid, and the reduction of greenhouse gas emissions. The interdisciplinary module covers fundamental technical principles of conventional and renewable energy generation and sustainable energy consumption, assesses the role of ICT in the ongoing energy transition, and evaluates economic and societal challenges and implications of the approaches covered.</p> <p>Specific topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of energy generation and consumption</li> <li>• Conventional and distributed power generation</li> <li>• Introduction to energy markets and economic aspects</li> <li>• Smart grid and smart metering infrastructures, virtual power plants, energy communities</li> <li>• Wireless technologies and their impact on future mobility and energy networks</li> <li>• Demand side management and home automation</li> <li>• Changing consumer behavior with smart ICT</li> <li>• Smart heating, electric mobility</li> </ul> <p>At the beginning of the course, fundamental principles of energy generation and consumption are taught, so that students without prior knowledge in the field of energy can successfully participate in the course.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The module is designed to enable participants to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the basic physical and technical principles of energy generation and power grids and apply them in calculations,</li> <li>• state, explain, and evaluate the necessity as well as challenges associated with the integration of renewable energies</li> <li>• name components of a smart grid and explain their function</li> <li>• explain fundamental market mechanisms (energy economics)</li> <li>• understand and be able to explain the roles and intentions of the actors in the electricity market,</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• examine components, market mechanisms and regulatory measures with regard to their costs, benefits and risks and critically assess evaluation approaches</li> <li>• to explain the possibilities of information systems for the reduction of energy consumption in the field of indoor climate/ heating and to evaluate them,</li> <li>• explain the central components, variables, requirements and challenges of electromobility and explain how information systems can contribute to solving these challenges</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | None  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3;5   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br><b>NEW:</b> Passing an ungraded short test during the semester is mandatory for the successful completion of the module, in addition to passing the written exam at the end of the semester.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Will be announced in class  |

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

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Heinrich Löllmann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>The course concentrates on fundamental methods of statistical signal processing and their applications. The main topics are:</p> <p><b>*Discrete-time stochastic processes in the time and frequency domain*</b><br/>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).</p> <p><b>*Estimation theory*</b><br/>estimation criteria, prediction, classical and Bayesian parameter estimation (including MMSE, Maximum Likelihood, and Maximum A Posteriori estimation), Cramer-Rao bound</p> <p><b>*Linear signal models*</b><br/>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)</p> <p><b>*Signal estimation*</b><br/>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)</p> <p><b>*Adaptive filtering*</b><br/>Gradient methods, LMS, NLMS, APA and RLS algorithms and their convergence behavior</p> <p><b>*Zeitdiskrete Zufallsprozesse im Zeit- und Frequenzbereich*</b><br/>Zufallsvariablen (ZVn), Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte; Transformation von ZVn; Vektoren normalverteilter ZVn; zeitdiskrete Zufallsprozesse (ZPe):<br/>Wahrscheinlichkeitsverteilungen und dichten, Erwartungswerte, Stationarität, Zyklstationarität, Ergodizität, Korrelationsfunktionen und -matrizen, Spektraldarstellungen; Principal Component Analysis, Karhunen-Loeve Transformation;</p> <p><b>*Schätztheorie*</b><br/>Schätzkriterien; Prädiktion; klassische und Bayessche Parameterschätzung (inkl. MMSE, Maximum Likelihood, Maximum A Posteriori); Cramer-Rao-Schranke</p> |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>*Lineare Signalmodelle*</p> <p>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;</p> <p>*Signalschätzung*</p> <p>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);</p> <p>*Adaptive Filterung*</p> <p>Gradientenverfahren; LMS-, NLMS-, APA- und RLS-Algorithmus und Ihr Konvergenzverhalten.</p>  |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>The students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• know the Gaussian distribution and its role to describe the properties of random variables, vectors and processes</li> <li>• understand the differences between classical and Bayesian estimation, derive and analyze MMSE and ML estimators for specific estimation problems, especially for signal estimation</li> <li>• analyze and evaluate optimum linear MMSE estimators (single- and multichannel Wiener filter and Kalman filter) for direct and inverse supervised estimation problems</li> <li>• evaluate adaptive filters for the identification of optimum linear estimators.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die statistischen Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und stochastischen Prozessen mittels Wahrscheinlichkeitsdichten und Erwartungswerten, bzw. Korrelationsfunktionen, Korrelationsmatrizen und deren Frequenzbereichsdarstellungen</li> <li>• kennen die spezielle Rolle der Gaußverteilung und ihre Auswirkungen auf die Eigenschaften von Zufallsvariablen, -vektoren und Prozessen</li> <li>• verstehen die Unterschiede klassischer und Bayesscher Schätzung, entwerfen und analysieren MMSE- und ML-Schätzer für spezielle Schätzprobleme, insbesondere zur Signalschätzung</li> <li>• analysieren und evaluieren lineare MMSE-optimale Schätzer (ein- und vielkanalige Wiener-Filter und Kalman-Filter) für direkte und inverse überwachte Schätzprobleme;</li> <li>• evaluieren adaptive Filter zur Identifikation optimaler linearer Signalschätzer</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Module Signale und Systeme I und Signale und Systeme II, Digitale Signalverarbeitung oder gleichwertige   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | A. Papoulis, S. Pillai: Probability, Random Variables and Stochastic Processes; McGraw-Hill, 2002 (englisch)<br><br>D. Manolakis, V. Ingle, S. Kogon: Statistical and Adaptive Signal Processing; Artech House, 2005 (englisch) |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Linear vs. nonlinear multiple-access, CDMA as a canonical 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students model any multiple access method as a special case of code-division multiple access.</p> <p>The students apply various algorithms for multiuser detection.</p> <p>The students explain various types of multiuser channels and their limits to transport information.</p> <p>The students explain the limits of distributed source coding algorithms.</p> <p>The students apply the cut-set bound.</p> <p>The students explain the method of dirty-paper coding.</p> <p>The students collaborate on solving exercise problems.</p>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended: A basic course on information theory (can be taken in parallel)   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>The examination is a 30-minute oral exam.  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• El Gamal, A., Kim, Y.: Network Information Theory, Cambridge University Press, 2011</li> <li>• Cover, T., Thomas, J.: Elements of Information Theory, 2nd ed., Wiley, Hoboken, 2006</li> <li>• Verdú, S.: Multiuser Detection, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1998</li> <li>• Tse, D., Viswanath, P.: Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005.</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43141 | <b>Mobile Communications</b><br>Mobile communications                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Mobile Communications - Tutorial (1 SWS)<br>Vorlesung: Mobile Communications (3 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Bastian Eisele<br>Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller  |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>The students collaborate on solving exercise problems. The students discuss which system solutions fit to which environments.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <p>Proakis, J.: Digital Communications, McGraw-Hill, 4th ed., 2001.</p> <p>Rappaport, T.: Wireless Communications: Principles &amp; Practice, Prentice Hall, 2nd ed., 2001.</p> <p>Mouly, M., Paulet, M.: The GSM System for Mobile Communications, Cell &amp; SYS, France, 1992.</p> <p>Goldsmith, A.: Wireless Communications, Cambridge Univ. Press, 2005.</p> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96300 | <b>MIMO Communication Systems</b><br>MIMO communication systems                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: MIMO Communication Systems (3 SWS)<br>Übung: MIMO Communication Systems - Tutorial (1 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Hedieh Ajam<br>Prof. Dr.-Ing. Robert Schober  |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Schober  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | 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 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>learn about different MIMO channel models,</li> <li>analyze MIMO communication systems with respect to their channel capacity and reliability,</li> <li>determine MIMO figures of merit such as coding gain, diversity gain, and multiplexing gain,</li> <li>compare and evaluate different MIMO receiver designs,</li> <li>characterize the rate region of multiuser systems,</li> <li>analyze massive MIMO systems,</li> <li>discuss the advantages and disadvantages of different relay network architectures.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>lernen verschiedene MIMO-Kanalmodelle kennen,</li> <li>analysieren MIMO-Kommunikationssysteme hinsichtlich der Kanalkapazität und Zuverlässigkeit,</li> <li>ermitteln MIMO-Kenngrößen wie Codierungsgewinn, Diversitätsgewinn und Multiplexgewinn,</li> <li>vergleichen und beurteilen verschiedene MIMO-Empfangsstrategien,</li> <li>charakterisieren die Ratenregion von Mehrteilnehmersystemen,</li> <li>analysieren Massive-MIMO-Systeme,</li> <li>diskutieren die Vor- und Nachteile verschiedener Relaisnetzwerkarchitekturen.</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic course in communications   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Written exam (Klausur), 90 minutes.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93601 | <b>Information Theory and Coding /<br/>Informationstheorie und Codierung</b><br>Information theory and coding    | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Informationstheorie und Codierung - Übung (1 SWS)<br>Vorlesung: Informationstheorie und Codierung (3 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Ralf Müller<br>Johanna Fröhlich   |               |

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

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>5. Symbolcodes: eindeutige Dekodierbarkeit, mittlere Codewortlänge, präfixfreie Codes, Kraftsche Ungleichung, Huffmancodierung</p> <p>6. Stromcodes: arithmetische Codierung, Lempel-Ziv-Codierung, Burrows-Wheeler-Transformation</p> <p>7. Abhängige Zufallsvariablen: Transinformation, Datenverarbeitungslemma</p> <p>8. Kommunikation over gestörte Kanäle: diskreter gedächtnisloser Kanal, Kanalcodierungstheorem, Kanalkapazität</p> <p>9. Das Kanalcodierungstheorem: verbundtypische Folgen, Beweis des Kanalcodierungstheorems, Beweis des Umkehrsatzes, symmetrische Kanäle</p> <p>10. Fehlerkorrigierende Codes und reale Kanäle: AWGN-Kanal, mehrdimensionale Gaußsche WDF, Kapazität des AWGN-Kanals</p> <p>11. Binäre Codes: Minimaldistanz, perfekte Codes, Warum perfekte Codes schlecht sind, Warum Distanz nicht alles ist</p> <p>12. Nachrichtenaustausch: verteiltes Zählen, Pfadzählen, günstigster Pfad, Minimumsummenalgorithmus</p> <p>13. Exakte Marginalisierung in Graphen: Faktorgraph, Summenproduktalgorithmus</p> <p>14. LDPC-Codes: Dichteevolution, Knotenordnung, reguläre und irreguläre Codes, Graphumfang</p> <p>15. Verlustbehaftete Quellencodierung: Transformationscodierung und JPEG-Kompression</p>  |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>The students apply Bayesian inference to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students explain the concept of digital communications by means of source compression and forward-error correction coding.</p> <p>For the design of communication systems, they use the concepts of entropy and channel capacity.</p> <p>They calculate these quantities for memoryless sources and channels.</p> <p>The students proof both the source coding and the channel coding theorem.</p> <p>The students compare various methods of source coding with respect to compression rate and complexity.</p> <p>The students apply source compression methods to measure mutual information.</p> <p>The students factorize multivariate functions, represent them by graphs, and marginalize them with respect to various variables.</p> <p>The students explain the design of error-correcting codes and the role of minimum distance.</p> <p>They decode error-correcting codes by means of maximum-likelihood decoding and message passing.</p> <p>The students apply distributed algorithms to problems in both communications and everyday's life.</p> <p>The students improve the properties of low-density parity-check codes by widening the girth and/or irregularity in the degree distribution.</p> <p>The students transform source images into the frequency domain to improve lossy compression.</p> <p>--</p> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Die Studierenden wenden Bayessche Inferenz auf Probleme in der Nachrichtentechnik und im Alltagsleben an.</p> <p>Die Studierenden erklären die konzeptuelle Trennung von digitaler Übertragung in Quellen- und Kanalcodierung.</p> <p>Kommunikationssysteme entwerfen sie unter Betrachtung von Entropie und Kanalkapazität.</p> <p>Sie berechnen diese Größen für gedächtnislose Quellen und Kanäle.</p> <p>Die Studierenden beweisen sowohl das Quellen- als auch das Kanalcodierungstheorem.</p> <p>Die Studierenden vergleichen verschiedenartige Quellencodierungsverfahren hinsichtlich Komplexität und Kompressionsrate.</p> <p>Die Studierenden verwenden Quellencodierverfahren zur Messung von Transinformation.</p> <p>Die Studierenden faktorisieren Funktionen mehrerer Veränderlicher, stellen diese als Graph dar und marginalisieren sie bezüglich mehrerer Veränderlicher.</p> <p>Die Studierenden erklären den Entwurf von Kanalcodes und den Einfluss der Minimaldistanz.</p> <p>Sie decodieren Kanalcodes gemäß maximaler Likelihood und Nachrichtenaustausch.</p> <p>Die Studierenden wenden verteilte Algorithmen auf Probleme der Nachrichtentechnik und des Alltagslebens an.</p> <p>Die Studierenden verbessern die Eigenschaften von LDPC-Codes durch Erhöhung des Umfangs und/oder durch irreguläre Knotenordnungsverteilungen.</p> <p>Die Studierenden transformieren Bildquellen zur Verbesserung verlustbehafteter Kompression in den Frequenzbereich.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | MacKay, D.: Information Theory, Inference, and Learning Algorithms, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43400 | <b>Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung</b><br>Equalisation and adaptive systems for digital communications   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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 Vordcodierungsverfahren 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 Adaptionenverfahren, mit denen die Parameter des Entzerrers optimal an den Übertragungskanal angepasst werden können.</p> <p>Lernziel:<br/>Ziel der Vorlesung ist eine umfassende Darstellung gebräuchlicher Entzerrungs- und Adaptionenverfahren. Den Teilnehmern sollen fundierte Kenntnisse der verschiedenen Verfahren vermittelt werden, die sie zu deren sinnvollem Einsatz in der Praxis befähigen.</p> <p>Content:<br/>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.</p> <p>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.</p> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben verschiedene Verfahren zur Entzerrung frequenzselektiver Übertragungskanäle wie lineare Entzerrung, entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung,</li> <li>• setzen die verschiedenen Ansätze in Blockdiagramme um und optimieren deren Komponenten,</li> <li>• vergleichen Entzerrverfahren hinsichtlich ihrer Leistungsfähigkeit, charakterisiert durch die Fehlerrate, und Komplexität,</li> <li>• wählen geeignete Verfahren für verschiedene Anwendungen wie leitungsgebundene und drahtlose Übertragung aus,</li> <li>• entwerfen neuartige Verfahren für gegebene Anforderungen,</li> <li>• formulieren Adaptionalgorithmen zur automatischen Anpassung des Empfängers eines Übertragungssystems an den Kanal,</li> <li>• ordnen Entzerrverfahren einen geeigneten Adaptionalgorithmus zu.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences:<br/>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- describe various methods for equalizing frequency-selective transmission channels such as linear equalization, decision feedback equalization and maximum likelihood sequence estimation,</li> <li>- realize various approaches in block diagrams and optimize their components,</li> <li>- compare equalization methods in terms of their performance, characterized by the error rate, and complexity,</li> <li>- select suitable methods for various applications such as wired and wireless transmission,</li> <li>- design novel schemes for given requirements,</li> <li>- formulate adaptation algorithms for automatic adaptation of the receiver of a transmission system to the channel,</li> <li>- assign suitable adaptation algorithms to equalization schemes.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Vorkenntnisse in Systemtheorie und digitaler Signalverarbeitung, sowie entweder der Vorlesung Nachrichtentechnische Systeme oder Digitale Übertragung sind für die Teilnahme hilfreich.</p>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Gerstacker, W.: Skriptum zur Vorlesung Entzerrung und adaptive Systeme in der digitalen Übertragung.</p> <p>Huber, J.: Trelliscodierung, Springer Verlag, Berlin, 1992.</p> <p>Benedetto, S., Biglieri, E.: Principles of Digital Transmission with Wireless Applications, Kluwer Academic Publishers, New York, 1999.</p> <p>Proakis, J. G.: Digital Communications. McGraw-Hill, New York, 3. ed., 1995.</p> <p>Haykin, S.: Adaptive Filter Theory, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 3. ed., 1996.</p> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43420 | <b>Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications</b><br>Transmission and detection for advanced mobile communications | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Transmission and Detection for Advanced Mobile Communications (2 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker  |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe basic equalization algorithms such as decision-feedback equalization (DFE) and maximum-likelihood sequence estimation (MLSE),</li> <li>• apply equalization algorithms to the GSM / Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE) mobile communication system,</li> <li>• formulate channel estimation methods for mobile communication systems,</li> <li>• characterize the interference problem in GSM / EDGE,</li> </ul> <p>- design interference suppression schemes for GSM/EDGE for receivers with a single antenna (single antenna interference cancellation) and multiple antennas, respectively,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• characterize the performance of mobile communication networks for different reception schemes,</li> <li>• devise receivers for the realization of diversity gains for multiple receive antennas,</li> <li>• design space-time coding schemes for the realization of diversity gains for multiple transmit antennas,</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>describe transmission schemes which are based on code-division multiple access (CDMA),</li> <li>apply reception techniques for CDMA to the UMTS system,</li> <li>characterize the uplink transmission in the Long Term Evolution (LTE) system,</li> <li>develop receivers for LTE.</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben grundlegende Entzerrverfahren wie entscheidungsrückgekoppelte Entzerrung (Decision-Feedback Equalization, DFE) und Maximum-Likelihood-Sequenzschätzung (Maximum-Likelihood Sequence Estimation, MLSE),</li> <li>wenden Entzerrverfahren auf das GSM/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution) Mobilfunksystem an,</li> <li>formulieren Kanalschätzverfahren für Mobilfunksysteme,</li> <li>charakterisieren das Interferenzproblem bei GSM/EDGE,</li> <li>entwerfen Interferenzunterdrückungsverfahren für GSM/EDGE für Empfänger mit einer Antenne (Single Antenna Interference Cancellation) und mehreren Antennen,</li> <li>bewerten die Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen bei Einsatz verschiedener Empfangsverfahren,</li> <li>konzipieren Empfänger zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei empfangsseitiger Antennendiversität</li> <li>entwerfen Space-Time-Codierverfahren zur Realisierung von Diversitätsgewinnen bei sendeseitiger Antennendiversität,</li> <li>beschreiben auf Code-Division Multiple Access (CDMA) basierende Übertragungsverfahren,</li> <li>wenden Empfangsverfahren für CDMA auf das UMTS-System an,</li> <li>charakterisieren die Aufwärtsstrecke von Long Term Evolution (LTE),</li> <li>entwerfen Empfänger für LTE.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Systemtheorie, Nachrichtenübertragung  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>Oral exam, 30 minutes.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |

|    |   |               |
|----|---|---------------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch      |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Lecture notes |

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• characterize convex sets and functions,</li> <li>• recognize, describe and classify convex optimization problems,</li> <li>• determine the solution of convex optimization problems via the dual function and the KKT conditions,</li> <li>• apply numerical algorithms in order to solve convex optimization problems,</li> <li>• apply methods of convex optimization to different problems in communications and signal processing</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Signals and Systems, Communications   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Die Prüfung ist eine 90-minütige schriftliche Klausur. Prüfungssprache ist Englisch.<br><hr/> The examination is a 90-minute written test. The examination language is English.   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Boyd, Steven ; Vandenberghe, Lieven: Convex Optimization.<br>Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2004 |

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Laura Cottatellucci   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p> <p>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.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know and explain the fundamentals of machine learning with special attention to machine learning over graphs.</li> <li>• apply these principles in the design and optimisation of wireless communications systems and mobile networks.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>mündlich</p> <p>The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>23030 | <b>Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement</b><br>Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement (QM II) | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS)  | -               |
| 3 | Lehrende                         |  |                 |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung</li> <li>• Total Quality Management und EFQM-Modell</li> <li>• Ausbildung und Motivation</li> <li>• Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking</li> <li>• Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel</li> <li>• Qualitätsbewertung</li> <li>• Qualität und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Six Sigma</li> <li>• Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten</li> <li>•  Qualitätsbewertung (Übung) </li> <li>•  Qualitätsbezogene Kosten und Wirtschaftlichkeit (Übung) </li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,<br/>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen</li> <li>◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen</li> <li>◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen</li> <li>◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren</li> <li>◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen</li> <li>◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln</li> </ul> </li> <li>Evaluieren: die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich (60 Minuten)<br>Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011</li> <li>• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021</li> <li>• Wagner, K. W.; Patzak, G.: Performance Excellence - Der Praxisleitfaden zum effektiven Prozessmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2020</li> <li>• Zink, K. J.: Mitarbeiterbeteiligung bei Verbesserungs- und Veränderungsprozessen, Carl Hanser Verlag, München 2007</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42919 | <b>Power electronics for decentral energy systems</b><br>Power electronics for decentralized energy systems                                     | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS)<br>Übung: Exercises on Power Electronics for Decentral Energy Systems (2 SWS) | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Raffael Schwanninger<br>Prof. Dr. Martin März<br>Melanie Lavery   |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Thomas Eberle   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>ENGLISH DESCRIPTION:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction, motivation</li> <li>• AC vs. DC grids, DC grid topologies</li> <li>• Application examples, voltage levels</li> <li>• Protection and earthing concepts</li> <li>• Control methods for local DC grids</li> <li>• Modeling the frequency characteristic of switch-mode converters</li> <li>• Impedance measuring under load</li> <li>• Stability analysis in DC grids</li> </ul> <p>Components of local DC grids:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Battery storages (technologies, technical properties, electrical impedance characteristics and equivalent circuits, battery management, monitoring and protection systems (BMS))</li> <li>• Regenerative power sources (PV, fuel cells) and their electrical characteristics</li> <li>• Non-isolating DC/DC converters (basic topologies and properties)</li> <li>• Isolating DC converters (basic topologies and properties)</li> <li>• AC/DC converter (basic topologies and properties)</li> <li>• Switches, plugs and protection devices for DC grids</li> <li>• Arc discharges and their characteristics</li> </ul> <p>DEUTSCHE INHALTSBESCHREIBUNG</p> <p>Einführung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Netztopologien</li> <li>• Spannungsebenen, Schutz- und Erdungskonzepte</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul> <p>Komponenten lokaler Gleichspannungsnetze</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batteriespeicher (Technologien, Eigenschaften, elektrisches Impedanzverhalten, Ersatzschaltbilder, Schutz- und Überwachungsschaltungen)</li> <li>• Elektrischen Eigenschaften regenerativer Stromquellen (PV, Brennstoffzellen)</li> <li>• Nicht isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien)</li> <li>• Isolierende Gleichspannungswandler (Grundlagen, Topologien)</li> </ul> |  |

|   |   |   |
|---|---|---|
|   |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• AC/DC-Wandler (Grundlagen, Topologien)</li> <li>• Schalter, Stecker und Schutzgeräte für Gleichspannung, Lichtbogeneigenschaften</li> </ul> <p>Regelung lokaler Gleichspannungsnetze und Stabilitätsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelverfahren für Gleichspannungsnetze</li> <li>• Verfahren zur Impedanzmessung unter Last</li> <li>• Modellierung des Frequenzverhaltens von Schaltwandlern und Netzen</li> <li>• Analyse des Stabilitätsverhaltens</li> </ul>  |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>ENGLISH DESCRIPTION:<br/> 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios</li> <li>• know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources</li> <li>• know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages</li> <li>• understand the arc problem</li> <li>• know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices</li> <li>• know procedures for controlling decentral DC grids</li> <li>• can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior</li> <li>• know procedures for impedance measurement in grids "under load"</li> <li>• can carry out stability studies on DC grids</li> <li>• are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage</li> </ul> <p>During the practicum students learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dealing with power electronics measurement equipment</li> <li>• measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit</li> <li>• how to avoid the most common measurement problems</li> <li>• safety rules when dealing with power electronics</li> </ul> <p>GERMAN DESCRIPTION:<br/> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den Aufbau und die Topologien lokaler Niederspannungs-Gleichstromnetze, die wichtigsten Eigenschaften und Fehlerszenarien</li> <li>• kennen die elektrischen Eigenschaften von Batteriespeichern und regenerativen Stromquellen</li> <li>• kennen die Grundsaltungen der verschiedenen leistungselektronischen Wandler in einem Gleichspannungsnetz (DC/DC- und AC/DC-Wandler)</li> </ul> |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren die Schaltungsoptionen bezüglich ihrer Vor- und Nachteile</li> <li>• verstehen die Lichtbogenproblematik</li> <li>• kennen Lösungen zur Realisierung von gleichspannungstauglichen Steckern, Schaltern und Schutzgeräten</li> <li>• kennen Verfahren zur Regelung lokaler Gleichspannungsnetze</li> <li>• können Schaltwandler und Netze bezüglich ihres dynamischen Verhaltens modellieren</li> <li>• kennen Verfahren zur Impedanzmessung in Netzen unter Last"</li> <li>• können Stabilitätsbetrachtungen an Gleichspannungsnetzen durchführen</li> <li>• kennen moderne Gerätestromversorgungslösungen mit Schutzkleinspannung</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Recommended/Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of Electrical Engineering I-III, Power Electronics</li> <li>• Grundlagen der Elektrotechnik I-III, Leistungselektronik</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)</p> <p>Die Prüfung richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und umfasst entweder eine mündliche Prüfung von 30 min oder eine Klausur von 90 min Dauer.</p> <p>Die Entscheidung für eine Prüfungsform wird in Semestern, in denen die Lehrveranstaltungen stattfinden, spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn in der Lehrveranstaltung bzw. den Lehrveranstaltungen und in der StudOn-Gruppe bekannt gegeben.</p> <p>In Semestern, in denen keine Lehrveranstaltungen stattfinden, wird die Prüfungsform spätestens zwei Monate vor der Wiederholungsprüfung durch E-Mail an die angemeldeten Prüflinge bekannt gegeben.</p>                           |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Klausur (100%)</p> <p>100%</p>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lecture Notes</li><li>• "Power Electronics for Distributed Power Supply - DC Networks"</li><li>• Skript zur Vorlesung</li><li>• "Leistungselektronik für dezentrale Energieversorgung - Gleichspannungsnetze"</li></ul> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42933 | <b>Experimental fluid mechanics</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Experimental Fluid Mechanics (Strömungsmesstechnik) (3 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Andreas Wierschem  |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Andreas Wierschem   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Content:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Flow visualization</li> <li>• Measurement techniques for velocity: Particle Image and Tracking Velocimetry and Laser Doppler anemometry, ultrasound,</li> <li>• Measurement techniques for flow rate, pressure, temperature, concentration, free surfaces</li> <li>• Applicability and limitations, typical errors</li> <li>• 2-, 2+1-, 3-dimensional techniques, time-resolved techniques</li> <li>• Data acquisition and processing</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course will become familiar with measurement techniques in fluid mechanics.</p> <p>Students who successfully participate in this module:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Have an overview over the most extended and important measurement techniques</li> <li>• Understand the principles of the different techniques</li> <li>• Know and understand the abilities and limitations of the techniques</li> <li>• Can to select an appropriate technique for a given task</li> <li>• Can identify and avoid typical measurement errors</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>*Prerequisites:*</p> <p>To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from fluid mechanics. Basic knowledge in physics and measurement techniques is beneficial.</p>   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2;3;4   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>mündlich, 30 min  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |  |

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tropea, Yarin, Foss: Handbook of Experimental Fluid Mechanics, Springer</li><li>• Merzkirch: Flow Visualization, Academic Press</li><li>• Mayinger, Feldmann: Optical Measurements, Springer</li></ul> |
|----|--------------------------|--|

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>44050 | <b>Optimierung für Ingenieure</b><br>Optimisation for engineers | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Optimization for Engineers (4 SWS)         | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Johannes Hild   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr. Johannes Hild   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Introduction to continuous optimization problems and methods with and without constraints</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classification of problem types</li> <li>• Optimality conditions and termination criterions</li> <li>• Descent directions and line search methods</li> <li>• Convergence analysis</li> </ul> <p><b>Unconstrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steepest descent and conjugate gradient</li> <li>• Newton-type methods</li> <li>• Nonlinear Least Squares</li> </ul> <p><b>Constrained optimization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projection methods</li> <li>• Trust Region</li> <li>• Barrier and penalty methods</li> <li>• Interior point methods</li> </ul> <p><b>Noisy Functions</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simplex Gradient</li> <li>• Implicit Filtering</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>Competences</b></p> <p><b>Know</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students list requirements, strengths and weaknesses of common optimization methods.</li> <li>• Students recognize crucial components in existence and convergence proofs in the context of minimizing sequences.</li> </ul> <p><b>Understand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students explain the different components of optimization methods.</li> <li>• Students describe the relationship between requirements and conclusions of existence and convergence theorems in the context of minimizing sequences.</li> </ul> <p><b>Apply</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students check feasibility, well-posedness and constraint qualifications of optimization problems.</li> <li>• Students formulate and solve optimality conditions analytically.</li> <li>• Students apply optimization algorithms to optimization problems.</li> </ul> <p><b>Analyse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students analyse uncommon optimization approaches and extract their requirements, strengths and weaknesses.</li> </ul> <p><b>Evaluate</b></p> |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students evaluate the class and structure of unsolved optimization problems.</li> <li>• Students choose suitable algorithmic approaches for unsolved optimization problems.</li> </ul> <p><b>Create</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students formulate optimization problems using mathematical methods and structures.</li> <li>• Students modify and combine common optimization routines to create project-specific algorithms for unsolved optimization problems.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Requires contents of the lecture Mathematics for Engineers I, II and III. Especially:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear algebra</li> <li>• Analysis of real valued functions</li> <li>• Differential and integral calculus in multi dimensional spaces</li> </ul> <p>Requires successful participation in the weekly e-learning assessments.</p>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur</p> <p>5 ECTS: Written exam (60 minutes) open book online based on the content of the lecture.</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Klausur (100%)</p> <p>The grade of the module equals the grade of the written exam.</p>   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 45 h</p> <p>Eigenstudium: 105 h</p>  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Nocedal, Jorge and Wright, Stephen J.: Numerical Optimization. Springer Serie in Operations Research, 2006.</p> <p>Kelley, C. T.: Iterative Methods for Optimization. Frontiers in Applied Mathematics 18, SIAM Philadelphia 1999;</p> <p>Polak, E.: Optimization. Algorithms and Consistent Approximations. Applied Mathematical Sciences, Volume 124, Springer-Verlag New York, 1997.</p> <p>Jarre, F.:Optimierung, Springer 2003;</p>  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>44130 | <b>Pattern Recognition</b><br>Pattern recognition   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Mathematical foundations of machine learning based on the following classification methods:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayesian classifier</li> <li>• Logistic Regression</li> <li>• Naive Bayes classifier</li> <li>• Discriminant Analysis</li> <li>• norms and norm dependent linear regression</li> <li>• Rosenblatt's Perceptron</li> <li>• unconstraint and constraint optimization</li> <li>• Support Vector Machines (SVM)</li> <li>• kernel methods</li> <li>• Expectation Maximization (EM) Algorithm and Gaussian Mixture Models (GMMs)</li> <li>• Independent Component Analysis (ICA)</li> <li>• Model Assessment</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> <p>Mathematische Grundlagen der maschinellen Klassifikation am Beispiel folgender Klassifikatoren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bayes-Klassifikator</li> <li>• Logistische Regression</li> <li>• Naiver Bayes-Klassifikator</li> <li>• Diskriminanzanalyse</li> <li>• Normen und normabhängige Regression</li> <li>• Rosenblatts Perzeptron</li> <li>• Optimierung ohne und mit Nebenbedingungen</li> <li>• Support Vector Maschines (SVM)</li> <li>• Kernelmethode</li> <li>• Expectation Maximization (EM)-Algorithmus und Gaußsche Mischverteilungen (GMMs)</li> <li>• Analyse durch unabhängige Komponenten</li> <li>• Modellbewertung</li> <li>• AdaBoost</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Struktur von Systemen zur maschinellen Klassifikation einfacher Muster</li> <li>• erläutern die mathematischen Grundlagen ausgewählter maschineller Klassifikatoren</li> <li>• wenden Klassifikatoren zur Lösung konkreter Klassifikationsproblem an</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen unterschiedliche Klassifikatoren in Bezug auf ihre Eignung</li> <li>• verstehen in der Programmiersprache Python geschriebene Lösungen von Klassifikationsproblemen und Implementierungen von Klassifikatoren</li> </ul> <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the structure of machine learning systems for simple patterns</li> <li>• explain the mathematical foundations of selected machine learning techniques</li> <li>• apply classification techniques in order to solve given classification tasks</li> <li>• evaluate various classifiers with respect to their suitability to solve the given problem</li> <li>• understand solutions of classification problems and implementations of classifiers written in the programming language Python</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Well grounded in probability calculus, linear algebra/matrix calculus</li> <li>• The attendance of our bachelor course 'Introduction to Pattern Recognition' is not required but certainly helpful.</li> <li>• Gute Kenntnisse in Wahrscheinlichkeitsrechnung und Linearer Algebra/Matrizenrechnung</li> <li>• Der Besuch der Bachelor-Vorlesung 'Introduction to Pattern Recognition' ist zwar keine Voraussetzung, aber sicherlich von Vorteil.</li> </ul>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2nd edition, John Wiley&amp;Sons, New York, 2001</li> <li>• Trevor Hastie, Robert Tibshirani, Jerome Friedman: The Elements of Statistical Learning - Data Mining, Inference, and Prediction, 2nd edition, Springer, New York, 2009</li> </ul>   |

- Christopher M. Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer, New York, 2006

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>44450 | <b>Computational Dynamics</b><br>Computational dynamics                                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Computational Dynamics (2 SWS)<br>Übung: Computational Dynamics - Tutorial (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Miguel Moreno Mateos   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Gunnar Possart   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurze, in sich geschlossene Einführung in die Finite-Elemente-Methode in einer und zwei Dimensionen für lineare Wärmeübertragung und mechanische Probleme</li> <li>• Algorithmen zur Lösung parabolischer Probleme (transiente Wärmeleitung)</li> <li>• Algorithmen zur Lösung hyperbolischer Probleme (Elastodynamik)</li> <li>• Stabilitätsanalyse der oben genannten Algorithmen</li> <li>• Lösungstechniken für Eigenwertprobleme</li> </ul><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Brief, but self-contained, introduction to the finite element method in one- and two-dimensions for linear heat transfer and mechanics problems</li> <li>• Algorithms for solving parabolic problems (transient heat conduction)</li> <li>• Algorithms for solving hyperbolic problems (elastodynamics)</li> <li>• Stability analysis of the above algorithms</li> <li>• Solution techniques for eigenvalue problems</li> </ul>     |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit der grundlegenden Idee der linearen Finiten Element Methode</li> <li>• können für eine gegebene zeitabhängige Differentialgleichung die schwache und diskretisierte Form aufstellen</li> <li>• können Bewegungsgleichungen modellieren</li> <li>• können dynamischen Wärmeleitungsprobleme modellieren</li> <li>• können dynamische Probleme der Kontinuumsmechanik modellieren</li> <li>• kennen direkte Zeitintegrationsmethoden</li> <li>• sind vertraut mit Eigenwertproblemen und Stabilitätsanalyse verschiedener Zeitintegrationsmethoden</li> <li>• können zeitabhängige Differentialgleichungen lösen</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the basic idea of the linear finite element method</li> <li>• know how to derive the weak and the discretized form of a given time-dependent differential equation</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• know how to derive the equations of motion</li> <li>• know how to formulate thermal problems</li> <li>• know how to formulate continuum mechanical problems</li> <li>• are familiar with direct time integration methods</li> <li>• are familiar with eigenvalue problems and stability analysis of various time integration methods</li> <li>• know how to solve time-dependent differential equations</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Computational Dynamics (Prüfungsnummer: 44501)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | T. J. Hughes. The finite element method: linear static and dynamic finite element analysis. Dover Publications, 2000.   |

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>1. Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen der Stromerzeugung<br/> 2. Thermodynamische Grundlagen der Kraftwerkstechnik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dampfkraftprozesse,</li> <li>• Gasturbinenprozesse</li> <li>• Gasmotorenprozesse</li> <li>• Kombiprozesse</li> </ul> <p>4. Kohlekraftwerke mit Carbon Capture and Sequestration (CCS)<br/> 5. Dampfkraftprozesse für Erneuerbare Energien<br/> 6. Kernkraftwerke<br/> 7. Organic Rankine Cycles für die Abwärmenutzung<br/> 8. Gasturbinen- und hocheffiziente GUD-Kraftwerke<br/> 9. Stationäre Gasmotoren für die Kraft-Wärme-Kopplung<br/> 10. Carnot-Batterien</p> <p>Zur Vorlesung gehört eine Übung, in der mit der Programmiersprache Python einfache Kraftwerksprozesse programmiert werden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Solarthermische Kraftwerke</li> <li>• Geothermische Kraftwerke</li> <li>• Biomasse-Kraftwerke</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Technologien und Komponenten der Kraftwerkstechnik</li> <li>• haben einen grundlegenden Überblick über energiewirtschaftliche Fragen der Kraftwerkstechnik</li> <li>• analysieren Energieumwandlungsprozesse zur Erzeugung von elektrischer Energie in thermischen Kraftwerken</li> <li>• können technische Realisierung von Kraftwerken nachvollziehen und Vorschläge zur Optimierung erarbeiten und bewerten</li> <li>• wenden thermodynamische Prinzipien zur Prozessoptimierung an und können diese Methoden zur Prozessoptimierung weiterentwickeln</li> <li>• können thermodynamische Kreisprozesse mit der Programmiersprache Python berechnen</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfehlung: Vorlesung Technische Thermodynamik   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel<br>Klausur, Dauer: 60 Min.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | J. Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag<br><br>K. Strauß, Kraftwerkstechnik, Springer Verlag<br><br>H. Effenberger, Dampferzeugung, Springer-Verlag<br><br>H. Spliethoff, Power generation from Solid Fuels, Springer-Verlag<br><br>J. Karl, Klimawende, neobooks |



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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Stefan Becker  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funktionsprinzip der Turbomaschinen</li> <li>• Leistungsbilanzen, Wirkungsgrade, Zustandsverläufe</li> <li>• Ähnlichkeitskennzahlen</li> <li>• Kennlinien und Kennfelder</li> <li>• Betriebsverhalten</li> <li>• Grundbegriffe der Gitterströmung</li> <li>• Kräfte an Gitterschaufeln</li> <li>• Schaufelgitter</li> <li>• Gehäuse</li> <li>• CFD für Turbomaschinen</li> <li>• Grundlagen Windturbinen</li> <li>• Akustik</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlernen die Grundlagen der Turbomaschinen</li> <li>• verstehen und erklären Anwendung verschiedener Turbomaschinen</li> <li>• können entsprechend der Anwendung Turbomaschinen in ihren Grundabmessungen auslegen</li> <li>• erlangen ein Grundverständnis für das Betriebsverhalten</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Modul: Strömungsmechanik (Empfehlung)<br>Modul: Thermodynamik (Empfehlung)  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer 120 Min.   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |  |

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

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr. Patric Müller   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stereo-Imaging</li> <li>- Scannen dreidimensionaler Objekte</li> <li>- Computer-Tomographie und verwandte Techniken</li> <li>- 2D Darstellung dreidimensionaler Datensätze</li> <li>- 3D Bildverarbeitung</li> <li>- 3D Druck-Verfahren</li> <li>- 3D Projektion und Darstellung</li> <li>- Darstellung wissenschaftlicher Daten mittels "Virtueller Realität (VR)</li> </ul>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- beherrschen die physikalischen und technischen Grundlagen zur Aufnahme dreidimensionaler Bilder mittels Stereokameraverfahren, 3D Scannern sowie Computer-Tomographie.</li> <li>- können dreidimensionale Datensätze erfassen, numerisch bearbeiten und wissenschaftlich darstellen.</li> <li>- gehen mit gängigen 3D Druckverfahren sicher um und implementieren diese als wissenschaftliches Werkzeug.</li> <li>- setzen mathematisch/physikalische Konzepte dreidimensionaler Darstellung mittels 3D Projektions- und Display-Verfahren sowie VR-Techniken um.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Matlab-Grundlagen dringend empfohlen!  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (120 Minuten)<br>Mehrfachantwort-Multiplechoice-Verfahren, schriftlich 90 min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Gregor Honsel, Rapid Manufacturing</li><li>- Lee Goldmann, Principles of CT and CT Technology</li><li>- Okoshi, Three-Dimensional Imaging Techniques</li></ul> |
|----|--------------------------|--|

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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 eingegangen. Der Inhalt der Vorlesung gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maschinen- und Anlagentechnik, Peripherie</li> <li>• Aufbereitung und Compoundierung von Thermo- und Duroplasten</li> <li>• Verarbeitungsverfahren (Extrusion, Spritzgießen, reagierende Formmassen)</li> <li>• Weiterverarbeitungsverfahren</li> <li>• Werkzeugtechnik: Auslegung und Bauformen (Spritzgießwerkzeuge und Extrusionswerkzeuge)</li> <li>• Regeln und Steuern in der Kunststoffverarbeitung</li> <li>• Maßnahmen der Qualitätskontrolle und -sicherung</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoff-Fertigungstechnik.</li> <li>• kennen die zur Fertigung benötigten Maschinen und Anlagen, inkl. Peripherie wie Kühlgeräte, Mischer, Trockner und Handhabungsgeräte.</li> <li>• können die Werkzeugtechnik mit Eigenschaften und Funktionen der einzelnen Elemente erläutern.</li> <li>• können Spritzgießwerkzeuge mit verschiedenen Werkzeugsystemen, Normalien, Oberflächen, Angussarten (Kalt- und Heißkanal), Entlüftung und Einsätzen erläutern.</li> <li>• verstehen werkzeugbezogene Fertigungsprobleme (bspw. Werkzeugdeformation, Überspritzen, Brenner), deren Folgen und Durchführung von Abhilfemaßnahmen.</li> <li>• kennen Extrusionswerkzeuge und deren Bauformen.</li> </ul> <p>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können ein Werkzeugkonzept für ein gegebenes Bauteil erstellen.</li> <li>• können benötigte Maschinen und Anlagen zur Fertigung eines Kunststoffprodukts auswählen und evaluieren.</li> <li>• bewerten bestehende Werkzeuge hinsichtlich Funktion und Bauweise.</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul Kunststoffe und ihre Eigenschaften stellt aufbauend auf die Vorlesung Werkstoffkunde die verschiedenen Kunststoffe und ihre spezifischen Eigenschaften vor.</p> <p>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.</p> <p>Die behandelten Kunststoffe sind insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyolefine</li> <li>• Duroplaste</li> <li>• Elastomere</li> <li>• Polyamide und Polyester</li> <li>• Amorphe/ optische Kunststoffe</li> <li>• Hochtemperaturkunststoffe</li> <li>• Faserverbundwerkstoffe</li> <li>• Klebstoffe</li> <li>• Hochgefüllte Kunststoffe</li> </ul> <p>Abschließend wird ein grober Überblick über die Aufbereitung von Kunststoffen und die dabei verwendeten Verfahren, Maschinen, Werkstoffe, Füllstoffe und Additive gegeben.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen zu den Kunststoffen und können diese anwenden.</li> <li>• Kennen die vorgestellten Kunststoffe mit ihren Eigenschaften und Einsatzgebieten.</li> <li>• verstehen die Eigenschaften der vorgestellten Kunststoffe mit den jeweils spezifischen Merkmalen und kennen ihre Herstellung und wichtige Fertigungsverfahren.</li> <li>• 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).</li> <li>• können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Kunststoffen fundiert zuordnen.</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>*Fachkompetenz: Analysieren, Evaluieren und Erschaffen*</p> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erstellen anforderungsbezogene Bewertungen der verschiedenen Kunststoffe und bewerten die Auswahl eines Kunststoffes für einen beispielhaften Anwendungsfall.</li> <li>• erarbeiten eine Werkstoffsubstitution mit einem passenden Kunststoff: Bewertung des einzusetzenden Kunststoffes sowie Auswahl eines geeigneten Fertigungsverfahrens (Wissenstransfer aus den Vorlesungen Produktionstechnik und Kunststoffverarbeitung).</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47770 | <b>Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen</b><br>Energetic use of biomass and waste  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jürgen Karl   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Im Rahmen des Moduls werden die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für die energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen behandelt. Zuerst werden Konzepte zur Nutzung biogener Stoffe und zur Entsorgung von Reststoffen vorgestellt. Neben konventionellen Nutzungskonzepten für die Wärme- und Stromerzeugung werden auch innovative Konzepte wie Vergärung, Pyrolyse und Vergasung, die Herstellung von Treibstoffen und die Anwendung neuer Technologien wie Brennstoffzelle, ORC-Prozess und Stirlingmotor behandelt:</p> <p>Teil 1 - Einführung<br/> Teil 2 - Wärmeerzeugung aus biogenen Brennstoffen<br/> Teil 3 - Stromerzeugung mit Verbrennungsanlagen<br/> Teil 4 - Stromerzeugung mit Vergärung<br/> Teil 5 - Stromerzeugung mit thermischer Vergasung</p> <p>Im weiteren Verlauf des Moduls werden die verfahrenstechnischen Grundlagen dieser Konzepte behandelt. Dabei stehen vor allem technologische Probleme bei Verbrennung und Vergasung verschiedenster Brennstoffe und die Brennstofflogistik im Vordergrund:</p> <p>Teil 6 - Verbrennung von Biomasse<br/> Teil 7 - Vergasung von Biomasse<br/> Teil 8 - Herstellung von Treibstoffen aus Biomasse</p> <p>Parallel dazu werden die Planung und die Wirtschaftlichkeit von Anlagen für die Nutzung von Biomasse thematisiert. Das Ziel ist die Durchführung und Präsentation einer Vorstudie (Grundlagenermittlung und Vorstudie) für ein selbst gewähltes Beispiel.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und bewerten aktuelle Technologien und Konzepte zur Nutzung von Biomasse</li> <li>• wenden die Grundlagen zur Planung von Biomasseversorgungsanlagen an</li> <li>• präsentieren überzeugend die Planungsergebnisse und regen die Zuhörer zur Diskussion an</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich<br>Mündliche Prüfung ca. 30 Min   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Karl, Dezentrale Energiesysteme, Oldenbourg Verlag<br><br>Kaltschmitt, Energie aus Biomasse, Springer Verlag |

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Dmytro Pivovarov  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Challenges of the modern FEM</li> <li>• Introduction into the XFEM</li> <li>• Introduction into the IGA-FEM</li> <li>• Introduction into the parametric FEM</li> <li>• Reduced order modeling as the necessary tool in the parametric FEM</li> <li>• Overview of other recently developed techniques and approaches</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with the modern state of the art</li> <li>• are familiar with the nonlinear FEM and FEM solvers</li> <li>• are able to choose and apply suitable modern methods for solving problems</li> <li>• are able to work with a level-set function and choose enrichment strategy</li> <li>• are able to program B-splines and NURBS</li> <li>• are able to apply order reduction for parametric problems</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>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)</p> <p>Organizational:<br/>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.<br/>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.</p> |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (45 Minuten)<br>Beyond FEM (Prüfungsnummer: 22501)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 45, benotet<br>Prüfungssprache: Englisch |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92350 | <b>Geometric Beam Theory</b><br>Geometric beam theory   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vector spaces and smooth manifolds</li> <li>• Continuum and Lagrangian mechanics</li> <li>• Linear beam theory</li> <li>• Finite element formulations</li> </ul> Shear locking <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nonlinear beam theory</li> <li>• Finite rotations and Lie groups</li> <li>• Geometrically exact beam</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Wissen<br>The students should: <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn what a smooth manifold is,</li> <li>• learn what vector and tensor fields are,</li> <li>• learn what a variational problem is,</li> <li>• learn how to derive equations of motion variationally;</li> <li>• obtain a good understanding of nonlinear continuum mechanics,</li> <li>• obtain a good understanding of linear and nonlinear beam theory and its relation with continuum mechanics;</li> <li>• become acquainted with Lie groups, Lie algebras and their applications in modern beam theory;</li> <li>• familiarise themselves with basic numerical methods to solve beam problems;</li> <li>• familiarise themselves with Noethers theorem.</li> </ul> Anwenden<br>The students will: <ul style="list-style-type: none"> <li>• perform some coordinate-free operations in the manifold setting;</li> <li>• derive equations of motion for an elastic continuum and beams using variational methods;</li> <li>• apply simple solution methods to solve linear beam problems;</li> </ul> work with the Lie groups $SO(2)$ , $SO(3)$ , $SE(2)$ and $SE(3)$ and their respective algebras; <ul style="list-style-type: none"> <li>• obtain conservation laws from the application of Noethers theorem.</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended: Basic knowledge of dynamics and statics, elastostatics, linear algebra and some programming in Matlab.   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich (30 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• R. Abraham and J. E. Marsden. Foundations of mechanics.</li> <li>• Javier Bonet and Richard D. Wood. Nonlinear continuum mechanics for finite element analysis.</li> <li>• R. Courant and D. Hilbert. Methods of mathematical physics. Vol. I.</li> <li>• Philippe G. Ciarlet. Mathematical elasticity. Studies in Mathematics and its Applications. Three-dimensional elasticity.</li> <li>• M. Fecko. Differential Geometry and Lie Groups for Physicists.</li> <li>• H. Goldstein, C.P. Poole, and J.L. Safko. Classical Mechanics.</li> <li>• D. D. Holm. Geometric mechanics. Part II. Rotating, translating and rolling.</li> <li>• J. Lemaitre and J. L. Chaboche. Mechanics of solid materials.</li> <li>• J. M. Lee. Introduction to Smooth Manifolds.</li> <li>• Julia Mergheim. Lecture notes - Nonlinear Finite Element Methods. July 2011.</li> <li>• Jerrold E. Marsden and Thomas J. R. Hughes. Mathematical foundations of elasticity.</li> <li>• Peter J. Olver. Applications of Lie groups to differential equations.</li> <li>• H.-R. Schwarz. Finite element methods.</li> <li>• J. Simo. A finite strain beam formulation. The three-dimensional dynamic problem. Part I.</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92519 | <b>Robotics 1</b>                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Robotics 1 (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Andreas Völz                   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Dr.-Ing. Andreas Völz  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | This lecture introduces the fundamentals of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics: <ul style="list-style-type: none"> <li>Modeling: coordinate systems and transformations, parameterization of rotation matrices, forward and inverse kinematics, Jacobians and singularities</li> <li>Trajectory planning: polynomial and trapezoidal trajectories, trajectories with intermediate points, trajectories in task space</li> <li>Linear control: actuator dynamics, decentralized motion control, basics of task space and force control</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | After successful completion of the module, students will be able to <ul style="list-style-type: none"> <li>mathematically describe and analyze the kinematics of robotic manipulators.</li> <li>plan trajectories for robot motions.</li> <li>design and implement linear methods for robot motion and force control.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Basis knowledge of advanced mathematics</li> <li>Basic knowledge of control theory</li> </ul>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.</li> <li>B. Siciliano, L. Sciavicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.</li> <li>J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.</li> </ul>  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92520 | <b>Elektromagnetische Felder I</b><br>Electromagnetic fields I  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Elektromagnetische Felder I (2 SWS)<br>Tutorium: Tutorium zu Elektromagnetische Felder I (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Gerald Gold<br>Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich  |                 |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Im ersten Teil der Vorlesung "Elektromagnetische Felder" wird zuerst der Begriff "Feld" eingeführt, die speziell damit verbundenen mathematischen Methoden und Aussagen sowie die zugrundeliegenden physikalischen Konzepte.</p> <p>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!</p> <p>Das Nachvollziehen des historischen Begriffsbildungs- und Erkenntnisprozesses erleichtert den Zugang zur Begrifflichkeit und mathematischen Formulierung der Theorie und damit deren Verständnis und Vorstellbarkeit".</p> <p>In Kenntnis von Atombau der Materie und Relativität präzisiert die aktuelle Darstellung die Begriffe, wodurch deren Zahl reduziert werden kann.</p> <p>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.</p> <p>Phänomene in Materie im elektromagnetischen Feld werden aus atomistischer Sicht behandelt, was - zusammen mit der Festlegung der Maßeinheiten - zur aktuellen Begriffsbildung und Formulierung der Maxwell'schen Gleichungen (MG) führt.</p> <p>Daraus wird das Verhalten von Feldern an Materialübergängen abgeleitet.</p> <p>Als allgemeine Lösung der MG werden die elektromagnetischen Potentiale hergeleitet, ihre grundlegenden Eigenschaften erläutert und ihre Anwendung zur Lösung feldtheoretischer Fragestellungen dargestellt.</p> <p>Inhalt und Gültigkeitsbereich der Theorie werden diskutiert.</p> <p>Die Behandlung zeitlich konstanter elektrischer, magnetischer und Strömungsfelder - ihrer Entstehung und ihrer Eigenschaften - bildet den Abschluß des ersten Teils der Vorlesung.</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>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.</p> <p>Inhaltsübersicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Felder: Physikalische Konzepte und mathematische Beschreibung</li> <li>• Begriffe und Grundaussagen der elektromagnetischen Feldtheorie</li> <li>• Folgerungen aus den Grundaussagen: Ausblick auf elektromagnetische Wellen</li> <li>• Materie im Feld und Felder an Materialübergängen</li> <li>• Die Potentiale des elektromagnetischen Felds</li> <li>• Inhalt und Gültigkeitsbereich der elektromagnetischen Feldtheorie</li> <li>• Zeitunabhängige Felder, Teil 1</li> </ul>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begriffe und physikalische Konzepte der elektromagnetischen Feldtheorie zu erklären</li> <li>• Vektoralgebraische und vektoranalytische Beziehungen und Umformungen zu verstehen und letztere auch vorzunehmen</li> <li>• Kraftwirkungen im elektromagnetischen Feld zu verstehen und zu berechnen</li> <li>• die Bedeutung von Feldgleichungen und Kontinuitätsgleichung zu verstehen</li> <li>• Induktionsvorgänge zu verstehen und für einfache Situationen zu berechnen</li> <li>• grundlegende Eigenschaften ebener elektromagnetischer Wellen zu beschreiben</li> <li>• Phänomene elektrischer und magnetischer Felder in Materie und an Materialübergängen zu verstehen und zu beschreiben</li> <li>• Felder und Potentiale einfacher Ladungs- und Stromdichteverteilungen z.B. mittels der Maxwell'schen Gleichungen, allgemeiner Lösungen der Poissongleichung oder aufgrund mathematischer Korrespondenzen zu berechnen</li> <li>• den Gültigkeitsbereich der Theorie zu benennen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Voraussetzung: Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung</li> <li>• Übungsaufgaben mit Lösungen auf der Homepage</li> <li>• Formelsammlung</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92530 | <b>Elektromagnetische Felder II</b><br>Electromagnetic fields II  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Beginnend mit dem Energietransport im elektromagnetischen Feld wird sodann der allgemeine Fall zeitlich veränderlicher Felder und deren Verhalten in oder an Materie behandelt.</p> <p>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.</p> <p>In den Übungen wird der Stoff der Vorlesung durch die Anwendung auf konkrete wissenschaftliche und technische Problemstellungen und beispielartige Lösung von Standardproblemen vertieft.</p> <p>Weiteres Ziel der Übungen ist die Vorbereitung auf die schriftliche Prüfung.</p> <p>Inhaltsübersicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitunabhängige Felder, Teil 2</li> <li>• Energietransport im elektromagnetischen Feld</li> <li>• Elektromagnetische Wellen in homogenen Medien</li> <li>• EM-Wellen: Arten und Eigenschaften</li> <li>• Kenngrößen von EM-Wellen und ihrer Ausbreitungsbedingungen</li> <li>• EM-Wellen an Materialübergängen: Reflexion und Brechung</li> <li>• EM-Wellen an Materialübergängen: Inhomogenitäten und reale Oberflächen</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Drehmomente und Kräfte auf Ladungs- und Stromdichteverteilungen in homogenen und inhomogenen Feldern zu berechnen</li> <li>• das Potential einer Ladungsverteilung durch Multipolentwicklung auszudrücken</li> <li>• Ladungsdichte, Potential und elektrisches Feld an Leiteroberflächen zu beschreiben</li> <li>• das Verfahren der Spiegelung bei der Berechnung elektromagnetischer Felder anzuwenden</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Energie zeitunabhängiger Ladungs- und Stromdichteverteilungen sowie von Feldern zu berechnen</li> <li>• den Energiefluß in elektromagnetischen Feldern über den Poynting-Vektor zu berechnen</li> <li>• die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in homogenen verlustbehafteten Medien quantitativ zu beschreiben</li> <li>• die Kenngrößen von Wellen und deren Ausbreitungsbedingungen sowie Verluste zu berechnen</li> <li>• Feldstärken, Ausbreitungsrichtungen und Verluste bei Reflexion, Transmission und Brechung zu berechnen</li> <li>• die Wellenausbreitung in inhomogenen Medien zu beschreiben.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <u>empfohlene Voraussetzungen:</u><br>- EMF I und Vektoranalysis, z.B. aus der Mathematik-VL im Grundstudium  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Prüfungsform: schriftlich (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skript zur Vorlesung</li> <li>• Übungsaufgaben mit Lösungen</li> </ul><br>(beides über StudOn verfügbar)<br><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92840 | <b>Wertschöpfungsprozesse von Kabelsystemen für die Mobilität der Zukunft</b><br>Value creation processes of cable systems for future mobility  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Inhaltliche Kerngebiete:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Signal- und Leistungsvernetzung</li> <li>• Grundlagen der Signal- und Leistungsübertragung</li> <li>• Bordnetzentwicklung</li> <li>• Kabel- und Komponentenfertigung</li> <li>• Kabelkonfektion und Verbindungstechnik</li> <li>• Automatisierte und manuelle Kabelbaummontage</li> <li>• Prüfen, Versand und Einbau von Bordnetzen</li> <li>• Auftragssteuerung, Logistik, Datenfluss</li> <li>• Zuverlässigkeit und Lebensdauermodelle</li> <li>• Digitale Methoden und Industrie 4.0</li> <li>• Innovative Bordnetzarchitekturen und -technologien</li> <li>• Signal- und Leistungsübertragung in anderen Branchen</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | 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-,  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die gelehrt 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Die Studierenden sind nach Besuch des Moduls in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wirtschaftlichen, logistischen und technischen Impulse und Herausforderungen nachzuvollziehen sowie die zugrunde liegende Ursachen zu verstehen</li> <li>• grundsätzliche methodische Ansätze bezüglich der bordnetzspezifischen Prozesskette zu differenzieren und einzusetzen.</li> <li>• sowie die charakteristischen Entwicklungs-, Produktions-, Montage- und Qualitätssicherungsmethoden und Werkzeuge zu abstrahieren und bei weiterführenden Anwendungen zu nutzen.</li> <li>• darüber hinaus befähigt, die notwendigen Fertigungsverfahren anzuwenden und einen Musterkabelsatz zu fertigen.</li> </ul> <p>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.</p> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)<br>Klausur, 100 %   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Braess,</li> <li>• Elektronik in der Fahrzeugtechnik, Borgeest</li> <li>• Handbuch Fügen, Handhaben und Montieren, Feldmann</li> <li>• Räumliche elektronische Baugruppen (3D-MID), Franke</li> <li>• Handbuch zu elektrischen Kabeln und Leitungen, Katzier</li> <li>• Elektrische Steckverbinder: Technologien, Anwendungen und Anforderungen, Katzier</li> <li>• Elektrische Kontakte, Werkstoffe und Anwendungen, Vinaricky</li> </ul> |

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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic concepts of robotics</li> <li>• Basic concepts of the Robot Operating System</li> <li>• Simulation of robots in virtual environments</li> <li>• Computer vision and machine learning in the context of robotics</li> <li>• Path and gripping grasp planning</li> <li>• Localization, mapping and navigation of mobile robots</li> <li>• Flow control with state machines for complex robot tasks</li> <li>• Introduction to relevant software frameworks for specific tasks (Robot Operating System, Gazebo, OpenCV, Tensorflow)</li> <li>• Solving a complex practical task as a team</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>Students are taught the following technical and methodological competences:</p> <p>After completing the module, students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Classify important terms of robotics</li> <li>• Understand the challenges of modern robotics in relation to complex tasks and develop approaches to solve them.</li> <li>• Analyse and practically apply complex issues in robotics (robotics frameworks, simulation tools and frameworks for image processing and artificial intelligence)</li> <li>• Explain and apply methods of robot motion control and planning</li> <li>• Explain the self-localisation of mobile robots and examine it using examples</li> </ul> <p>The students additionally acquire and train the following personal and social competences within the framework of the team task:</p> <p>After completing the module, the students can</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Independently solve preparatory tasks</li> <li>• Organize their working time</li> <li>• Work together with other students in a group in a goal-oriented manner</li> <li>• Assess their own strengths and use them in a targeted way in the team performance</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended Prerequisites : Basic knowledge of programming languages C++ and Python, additional information can be found on StudOn                             |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93010 | <b>Berechenbarkeit und Formale Sprachen</b><br>Theory of computation and formal languages   | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Rolf Wanka   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registermaschinen und Turingmaschinen als Modelle des Berechenbaren, die Church-Turing-These und unentscheidbare Probleme</li> <li>• NP-Vollständigkeit und das P-NP-Problem</li> <li>• Endliche Automaten</li> <li>• Grammatiken und die Chomsky-Hierarchie</li> <li>• Kontextfreie Grammatiken und Kontextfreie Sprachen</li> <li>• Kellerautomaten</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über die Grenzen der Berechenbaren, insbesondere lernen sie, wie man beweist, dass bestimmte Aufgaben unlösbar sind bzw. dass sie vermutlich nicht schnell gelöst werden können, und wenden diese Kenntnisse an;</li> <li>• lernen die wesentlichen Techniken kennen, mit denen man Programmiersprachen beschreiben und syntaktisch korrekte Programme erkennen kann, und wenden diese auf Beispiele an;</li> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse in den Beweis- und Analyse-Methoden der algorithmisch orientierten Theoretischen Informatik und wenden diese an.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (90 Minuten)<br/> Übungsleistung<br/> Zum Erreichen der Übungsleistung müssen die wöchentlichen bepunkteten Übungsaufgaben bearbeitet und abgegeben werden. Zum Ende der Vorlesungszeit müssen mindestens 50% der Punkte erreicht sein.</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Klausur (100%)<br/> Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)</p>  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• I. Wegener. Theoretische Informatik.</li> <li>• J. Hopcroft, J. Ullman. Introduction to Automata Theory, Languages and Computation.</li> <li>• U. Schöning. Theoretische Informatik - kurz gefasst.</li> </ul> |

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

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Volkmar Sieh   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Konzepte der systemnahen Programmierung</li> <li>• Einführung in die Programmiersprache C (Unterschiede zu Java, Modulkonzept, Zeiger und Zeigerarithmetik)</li> <li>• Softwareentwicklung auf der nackten Hardware" (ATmega-µC) (Abbildung Speicher ↔ Sprachkonstrukte, Unterbrechungen (  interrupts) und Nebenläufigkeit)</li> </ul> |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
|   |                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Softwareentwicklung auf einem Betriebssystem" (Linux) (Betriebssystem als Ausführungsumgebung für Programme)</li> <li>• Abstraktionen und Dienste eines Betriebssystems (Dateisysteme, Programme und Prozesse, Signale, Threads, Koordinierung)</li> </ul>  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Studierende, die das Modul erfolgreich abgeschlossen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die grundlegenden Elemente der Programmiersprache C: Datentypen, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen, Funktionen, Variablen, Präprozessor.</li> <li>• bewerten C im Vergleich zu Java im Bezug auf Syntax, Idiomatik und Philosophie.</li> <li>• nennen wesentliche Unterschiede der Softwareentwicklung für eine Mikrocontrollerplattform versus einer Betriebssystemplattform.</li> <li>• beschreiben die Funktionsweise von Zeigern.</li> <li>• beschreiben die Realisierung von Strings und Stringoperationen in C</li> <li>• verwenden spezifische Sprachmerkmale von C für die hardwarenahe Softwareentwicklung und den nebenläufigen Registerzugriff.</li> <li>• entwickeln einfache Programme in C für eine Mikrocontroller-Plattform (AVR ATmega) sowohl mit als auch ohne Bibliotheksunterstützung.</li> <li>• entwickeln einfache Programme für eine Betriebssystemplattform (Linux) unter Verwendung von POSIX Systemaufrufen.</li> <li>• erläutern Techniken der Abstraktion, funktionalen Dekomposition und Modularisierung in C.</li> <li>• beschreiben den Weg vom C-Programm zum ausführbaren Binärcode.</li> <li>• reproduzieren die grundlegende Funktionsweise eines Prozessors mit und ohne Unterbrechungsbearbeitung.</li> <li>• erläutern Varianten der Ereignisbehandlung auf eingebetteten Systemen.</li> <li>• verwenden Unterbrechungen und Energiesparzustände bei der Implementierung einfacher Steuergeräte.</li> <li>• erläutern dabei auftretende Synchronisationsprobleme (lost update, lost wakeup) und setzen geeignete Gegenmaßnahmen um.</li> <li>• beschreiben Grundzüge der Speicherverwaltung auf einer Mikrocontrollerplattform und einer Betriebssystemplattform (Stackaufbau, Speicherklassen, Segmente, Heap).</li> <li>• erläutern die Funktionsweise eines Dateisystems.</li> <li>• verwenden die grundlegende Ein-/Ausgabeoperationen aus der C-Standardbibliothek.</li> <li>• unterscheiden die Konzepte Programm und Prozess und nennen Prozesszustände.</li> <li>• verwenden grundlegende Prozessoperationen (fork, exec, signal) aus der C-Standardbibliothek.</li> </ul> |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Unterschiede zwischen Prozessen und Fäden und beschreiben Strategien zur Fadenimplementierung auf einem Betriebssystem.</li> <li>• erläutern Koordnungsprobleme auf Prozess-/Fadenebene und grundlegende Synchronisationsabstraktionen (Semaphore, Mutex).</li> <li>• verwenden die POSIX Fadenabstraktionen zur Implementierung mehrfädiger Programme.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Grundlegende Kenntnisse der Programmierung (unabhängig von der Programmiersprache)   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Manfred Dausmann, Ulrich Bröckl, Dominic Schoop, et al. "C als erste Programmiersprache: Vom Einsteiger zum Fortgeschrittenen". Vieweg+Teubner, 2010. ISBN: 978-3834812216. Link</li> <li>• Brian W. Kernighan, Dennis M. Ritchie. "The C Programming Language". Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall PTR, 1988. ISBN: 978-8120305960.</li> </ul>                           |

| 1                                 | Modulbezeichnung<br>93180 | Systemprogrammierung<br>System programming           | 10 ECTS  |
|-----------------------------------|---------------------------|--|----------|
| 2                                 | Lehrveranstaltungen       | Übung: SP1-T01 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T03 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T05 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T07 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T08 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T09 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T11 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T12 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T14 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T16 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T18 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T21 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-Tutorenbesprechung (2 SWS, SoSe 2025)     | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T02 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T04 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T06 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T10 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T13 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T15 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T17 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T19 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Übung: SP1-T20 (2 SWS, SoSe 2025)                    | 2,5 ECTS |
|                                   |                           | Vorlesung: Systemprogrammierung 2 (2 SWS, WiSe 2025) | -        |
|                                   |                           | Übung: SP1-R01 (2 SWS, SoSe 2025)                    | -        |
|                                   |                           | Übung: SP1-R02 (2 SWS, SoSe 2025)                    | -        |
|                                   |                           | Übung: SP1-R03 (2 SWS, SoSe 2025)                    | -        |
|                                   |                           | Übung: SP1-R04 (2 SWS, SoSe 2025)                    | -        |
| Übung: SP1-R05 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |
| Übung: SP1-R06 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |
| Übung: SP1-R07 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |
| Übung: SP1-R08 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |
| Übung: SP1-R09 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |
| Übung: SP1-R10 (2 SWS, SoSe 2025) | -                         |  |          |

|  |  |          |
|--|--|----------|
|  | Übung: SP1-R11 (2 SWS, SoSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP1-R12 (2 SWS, SoSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Di-12, Julian Z. & Dana E. (2 SWS, WiSe 2025)   | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Do-14, Ferdinand S. & Stefan S. (2 SWS, WiSe 2025)                                    | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Do-16, Johannes K. & Hannes S. (2 SWS, WiSe 2025)                                     | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Fr-12, Christian H. (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Fr-14, Frederik Z. (2 SWS, WiSe 2025)   | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Fr-16, Lukas B. (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Mi-14 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Mi-16, Christian H. & Maximilian R. (2 SWS, WiSe 2025)                                | -        |
|  | Übung: SP-RÜ Mo-16 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ R01 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ R11 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ R13, Kevin Kollenda (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ R14 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP-RÜ R15 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Vorlesung: Systemprogrammierung 1 (2 SWS, SoSe 2025)   | 2,5 ECTS |
|  | Übung: SP2-Ü T01 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T02 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T03 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T04 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T05 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T06 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T07 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T08 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T09 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T11 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T12 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü T18 (2 SWS, WiSe 2025)  | -        |
|  | Übung: SP2-Ü Ta, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter | -        |

|   |          |   |   |
|---|----------|---|---|
|   |          | <p><a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a><br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tb, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Ti, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tk, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tm, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tn, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü To, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Ts, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tu, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> <p>Übung: SP2-Ü Tv, eventuell nicht besetzt (alle tatsächlich stattfindenden Termine finden sie unter <a href="https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine">https://sys.cs.fau.de/lehre/current/sp2/uebung#termine</a>)<br/>(2 SWS, WiSe 2025)</p> | -<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende | <p>Thomas Preisner<br/>Luis Gerhorst<br/>Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder<br/>Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Kapitza</p>   |   |

|   |                               |                           |
|---|-------------------------------|---------------------------|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Dr.-Ing. Jürgen Kleinöder |
|---|-------------------------------|---------------------------|



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> <li>• C, Make, UNIX-Shell (Solaris, Linux, MacOS X)</li> </ul>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur mit MultipleChoice (120 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur mit MultipleChoice (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 180 h<br>Eigenstudium: 120 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 2 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrbuch: Betriebssysteme Grundlagen, Entwurf, Implementierung, Wolfgang Schröder-Preikschat, 2008</li> </ul>   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93184 | <b>Commercial Open Source Startups (OSS-COSS)</b><br>Commercial open source startups (OSS-COSS)   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Dirk Riehle  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This course teaches students how the software industry works, how commercial open source works, and how to spin-off from the university. It consists of four main components:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• The software industry</li> <li>• Commercial open source</li> <li>• Open source projects</li> <li>• University spin-offs</li> </ul> <p>Class is run as two 90min blocks, one for the lecture, and one for the exercises.</p> <p>Sign-up and further course information are available at <a href="https://coss.uni1.de">https://coss.uni1.de</a> - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible. The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students learn about the software industry and its players</li> <li>• Students learn about commercial open source startups</li> <li>• Students learn how to get an open source project off the ground</li> <li>• Students learn how to spin-off a startup from university</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel</p> <p>The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture.</p> <p>Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | See <a href="https://coss.uni1.de">https://coss.uni1.de</a> |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93460 | <b>Fundamentals of fluid modelling with OpenFOAM</b><br>Fundamentals of fluid modeling with OpenFOAM | <b>2,5 ECTS</b> |
| 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  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93470 | <b>Fundamentals of PYTHON- and MATLAB-based data acquisition and optimization</b><br>Fundamentals of python and MATLAB-based data acquisition and optimization | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Seminar: Fundamentals of PYTHON- and MATLAB-based data acquisition and optimization (4 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Edgard Moreira Minete  |                 |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Edgard Moreira Minete<br>Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94930 | <b>Engineering of Solid State Lasers</b><br>Engineering of solid state lasers | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Engineering of Solid State Lasers (2 SWS)                          | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Martin Hohmann   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p> <p>Introduction to physical phenomena used in development of modern solid state lasers</p> <p>Practical approaches used in design of solid state lasers</p> <p>Introduction to modeling and simulation of the lasing process</p> <p>Modeling of basic solid state laser performance using a commercial software package</p> <p>Practical familiarization with various optical, opto-mechanical, and opto-electrical components used in solid state laser</p>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students gain the following competences:</p> <p>Setting up basic modeling of a solid state laser using ASLD software</p> <p>Be able to apply modeling for evaluation of performance of a basic laser system</p> <p>Apply basic optimization of the laser system model</p> <p>Identification of an appropriate laser system for a given application</p> <p>Performing basic characterization of laser beam output parameters</p> <p>Enhanced understanding of the laser physics</p> <p>Familiarization with modern design approaches used in solid state laser engineering</p> <p>Improved understanding of linear and nonlinear effects relevant for linear and nonlinear laser beam propagation;</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Portfolio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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).</li> <li>As the circumstances require the oral presentation may be held in a digital manner (e.g. using ZOOM videochat).</li> </ul>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94947 | <b>Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering</b><br>Industry 4.0 - Application scenarios in design and engineering | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Industrie 4.0 - Anwendungsszenarien in Design und Engineering (2 SWS)   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Tobias Reichenstein<br>Prof. Dr. Ulrich Löwen  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Ulrich Löwen  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die vorgestellten branchen- und domänenübergreifenden Lösungsansätze in Form von Strategien, Konzepten, Methoden, etc. werden in ein gesamtheitliches Rahmenwerk</li> </ul> |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>eingeorndet, um so die Querbezüge und Abhängigkeiten zu verdeutlichen.</p> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die geschäftlichen und technischen Treiber und Herausforderungen im Kontext des Industrieanlagen-Geschäfts umfassend zu verstehen,</li> <li>• grundsätzliche Ansätze der Modellbildung bezüglich Systemen und Prozessen zu unterscheiden und zu nutzen</li> <li>• sowie branchen- und domänenübergreifende Engineering-Konzepte, - Methoden und -Prozesse als Basis für eine konkrete Anwendung beurteilen zu können</li> </ul> <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (120 Minuten)                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                          |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul Konstruieren mit Kunststoffen stellt wichtige Aspekte für die Konstruktion von Bauteilen mit Kunststoffen dar.</p> <p>Der Inhalt gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung, methodisches Konstruieren, Anforderungslisten</li> <li>• Werkstoffauswahl, Werkstoffdatenbanken</li> <li>• Auswahl des Fertigungsverfahrens</li> <li>• Innere Eigenschaften und Verarbeitungseinflüsse</li> <li>• Werkzeuge für den Verarbeitungsprozess</li> <li>• Modellbildung und Simulation des Verarbeitungsprozesses</li> <li>• Dimensionieren</li> <li>• Modellbildung und Simulation zu Bauteilauslegung</li> <li>• Werkstoffgerechtes Konstruieren</li> <li>• Verbindungstechnik</li> <li>• Maschinenelemente</li> <li>• Rapid Prototyping und Rapid Tooling</li> <li>• Bauteilprüfung und Produkterprobung</li> </ul> <p>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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen für die Konstruktion mit Kunststoffen.</li> <li>• Kennen die Vorgangsweise beim Erstellen einer Konstruktion mit Bauteilen aus Kunststoff.</li> <li>• Verstehen, wie sich die speziellen Eigenschaften der Kunststoffe auf die Konstruktion auswirken.</li> <li>• Kennen und Verstehen die wichtigen Punkte bei der Erstellung einer Simulation.</li> <li>• Kennen die verschiedenen Hilfsmittel bei Erstellung einer Konstruktion, wie etwa Werkstoffdatenbanken und Simulationen und können diese Anwenden.</li> <li>• Können für eine gegebene Konstruktionsaufgabe verschiedene Werkstoffe auswählen und bewerten</li> <li>• Können einen Werkstoff für ein gegebenes Anforderungsprofil sowie kunststoff- und fertigungsgerechte Konstruktion eines Bauteils auswählen.</li> <li>• Können eine kritische, bewertende Betrachtung von Bauteilen hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktion durchführen.</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Können Simulationsergebnissen bewerten und daraus sinnvolle Maßnahmen für die Konstruktion ableiten.</li> </ul>       |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur<br>Klausur, 60 Minuten<br>elektronische Prüfung, über 75% MultipleChoice   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | G.W. Ehrenstein: Mit Kunststoffen konstruieren - Eine Einführung;<br>Hanser Verlag München Wien; ISBN 3-446-21295-7  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95260 | <b>Kunststoffverarbeitung</b><br>Polymer processing | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Kunststoffverarbeitung (2 SWS) | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer                      |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Anschließend werden die folgenden Verarbeitungsverfahren vorgestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion</li> <li>• Spritzgießen mit Sonderverfahren wie z. B. Mehrkomponententechnik</li> <li>• Pressen</li> <li>• Warmumformen</li> <li>• Schäumen</li> <li>• Herstellung von Hohlkörpern</li> <li>• Additive Fertigung</li> </ul> <p>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.</p>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>*Fachkompetenz: Wissen, Verstehen und Anwenden*</b><br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begrifflichkeiten und Definitionen in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Verstehen die Eigenschaften von Thermoplastschmelzen bei der Kunststoffverarbeitung, und können dabei das erlangte Wissen aus der Werkstoffkunde anwenden.</li> <li>• Verstehen die Aufbereitungstechnik und die verschiedenen Fertigungsverfahren in der Kunststoffverarbeitung.</li> <li>• Können aufzeigen, welche Gründe zur Entwicklung der jeweiligen Verfahren geführt haben und wofür diese eingesetzt werden.</li> <li>• Können den Prozessablauf der benötigten Maschinen und Anlagen sowie die Merkmale und Besonderheiten jedes vorgestellten Verfahrens erläutern.</li> <li>• Können exemplarische Bauteile zu den jeweiligen Fertigungsverfahren zuordnen.</li> </ul> <p><b>*Fachkompetenz: Analysieren und Evaluieren*</b><br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewerten anforderungsbezogen die verschiedenen Fertigungsverfahren.</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren die einzelnen Prozessschritte der jeweiligen Verfahren hinsichtlich Kenngrößen wie bspw. Zykluszeit und Energieverbrauch.</li> <li>• Analysieren und benennen die auftretenden Schwierigkeiten und Herausforderungen bei der Fertigung spezieller Kunststoffbauteile.</li> <li>• Können Kriterien für die Fertigung aus gegebenen Bauteilanforderungen ableiten und davon geeignete Fertigungsverfahren oder Kombinationen auswählen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Michaeli,W.: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag 2004</p> <p>Limper, A.: Verfahrenstechnik der Thermoplastextrusion, Hanser Verlag 2011</p> <p>Ehrenstein, G.W.: Handbuch Kunststoff-Verbindungstechnik, Hanser Verlag 2004</p> <p>Johannaber, F.: Handbuch Spritzgießen, Hanser Verlag 2001</p>  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95370 | <b>Karosseriebau - Werkzeugtechnik</b><br>Body construction - Tool technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Karosseriebau - Werkzeugtechnik (2 SWS)                            | -               |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Peter Feuser<br>Prof. Dr. Paul Dick                                       |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Wissen<br>Die Studierenden erwerben Wissen über die Prozesskette, die von der Idee zur Serienfertigung durchlaufen wird.<br>Evaluieren (Beurteilen) <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden sind in der Lage Bauteilanforderungen anhand des Einsatzbereichs zu evaluieren.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |  |



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

|   |  |   |
|---|--|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p> <p><b>AutoForm Workshop</b><br/>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.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erwerben Wissen über Warmumformung von Blechen und deren Einsatz in der Industrie.</li> <li>Die Studierenden erwerben Wissen über Korrosionsschutz im Automobilbau, dessen Funktion und mittels welcher Prozesse dieser aufgebracht werden kann.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen das Wissen auf spezifische Problemstellungen zu übertragen.</li> </ul>   |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

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

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Begriffe</li> <li>• Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements</li> <li>• Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements</li> <li>• Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD)</li> <li>• Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA)</li> <li>• Versuchsmethodik</li> <li>• Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten</li> <li>• Zuverlässigkeitstechniken</li> <li>• Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung</li> <li>•  Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe) </li> <li>•  QFD und FMEA (Einsendeaufgabe) </li> <li>•  Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe) </li> <li>•  SPC (Einsendeaufgabe) </li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach dem Besuch der Veranstaltung sind die Teilnehmenden in der Lage,<br/>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen</li> <li>◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben</li> <li>◦ den Aufbau und die Einführung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen</li> <li>◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen</li> <li>◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben</li> <li>◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren</li> <li>◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren</li> <li>◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (60 Minuten)<br>Klausur mit MultipleChoice, Dauer (in Minuten): 60   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ DIN (Hrsg.): Internationales Wörterbuch der Metrologie, Beuth-Verlag, Berlin 1994</li> <li>◦ Masing, W.: Handbuch Qualitätsmanagement, Carl Hanser Verlag, München 2007</li> </ul> </li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96841 | <b>Multiphysics Systems and Components</b><br>Multiphysics systems and components   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Multiphysikalische Systeme und Komponenten (2 SWS)<br>Vorlesung: Multiphysikalische Systeme und Komponenten (0 SWS) | -<br>5 ECTS   |
| 3 | Lehrende                         | Angelika Thalmayer  |               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Jens Kirchner  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | 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.<br>Themen der Vorlesung: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mathematische Grundlagen zu Differentialgleichungen</li> <li>• Überblick über numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen</li> <li>• Finite-Elemente-Methode (ein- und mehrdimensionale sowie zeitabhängige Probleme)</li> <li>• Simulation und Experiment</li> </ul>  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen grundlegende Klassen von Differentialgleichungen und können vorgegebene Differentialgleichungen diesen Klassen zuordnen.</li> <li>• Die Studierenden verstehen das Konzept gut konditionierter Differentialgleichungsprobleme.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen benennen und grundlegende Unterschiede erläutern.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können für eine vorgegebene Versuchsanordnung ein Simulationsmodell erstellen und analysieren.</li> <li>• Die Studierenden können unterschiedliche numerische Verfahren, die innerhalb der FEM genutzt werden, beispielsweise zur Lösung zeitabhängiger Probleme, erklären und im Simulationsprogramm einsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Ursachen für Diskrepanzen zwischen Simulationsmodell und Versuchsaufbau benennen sowie Methoden zur Identifikation dieser Ursachen angeben.</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich (30 Minuten)                                    |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97008 | <b>Advanced Design and Programming (5-ECTS)</b><br>Advanced design and programming (5-ECTS)   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Dirk Riehle  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>This course teaches principles and practices of advanced object-oriented design and programming.<br/>Dieser Kurs wird auf Deutsch gehalten.<br/>It consists of a weekly lecture with exercises, homework and self-study.<br/>This is a hands-on course and students should be familiar with their Java IDE.<br/>Students learn the following concepts:</p> <p>Class-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Method design</li> <li>• Class design</li> <li>• Classes and interfaces</li> <li>• Subtyping and inheritance</li> <li>• Implementing inheritance</li> <li>• Design by contract</li> </ul> <p>Collaboration-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Values vs. objects</li> <li>• Role objects</li> <li>• Type objects</li> <li>• Object creation</li> <li>• Collaboration-based design</li> <li>• Design patterns</li> </ul> <p>Component-Level</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Error handling</li> <li>• Meta-object protocols</li> <li>• Frameworks and components</li> <li>• Domain-driven design</li> <li>• API evolution</li> </ul> <p>The running example is the photo sharing and rating software Wahlzeit, see <a href="https://github.com/dirkriehle/wahlzeit">https://github.com/dirkriehle/wahlzeit</a> .<br/>Class is held as a three hour session with a short break in between.<br/>Students should have a laptop ready with a working Java programming setup.<br/>Sign-up and further course information are available at <a href="https://adap.uni1.de">https://adap.uni1.de</a> - please sign up for the course on StudOn (available through previous link) as soon as possible.<br/>The course information will also tell you how the course will be held (online or in person).</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students learn to recognize, analyze, and apply advanced concepts of object-oriented design and programming</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Students learn to work effectively with a realistic tool set-up, involving an IDE, configuration management, and a service hoster</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | INF-AuD or compatible / equivalent course  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel</p> <p>The specifics of the examination is aligned with the didactic character of the module and will be clarified by the examiner no later than two weeks after the start of the lecture.</p> <p>Die Konkretisierung der Prüfungsform und -umgang richtet sich nach dem didaktischen Charakter des Moduls und wird bis spätestens zwei Wochen nach Vorlesungsbeginn durch den Prüfer bekannt gegeben.</p> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>See <a href="https://adap.uni1.de">https://adap.uni1.de</a></li> </ul>  |



|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97030 | <b>Wärme- und Stoffübertragung</b><br>Heat and mass transfer   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Wärme- und Stoffübertragung für ET (1 SWS)<br>Vorlesung: Wärme- und Stoffübertragung für ET, MB und CE (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Franz Huber   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Franz Huber<br>Prof. Dr.-Ing. Stefan Will  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Wärme-, Stoff und Impulsübertragung</li> <li>• Wärmeleitung in ruhenden Körpern</li> <li>• Wärmeübertragung in einphasigen Strömungen durch konvektiven Wärmeübergang</li> <li>• Diffusion und Stoffübertragung an strömende Fluide</li> <li>• Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung</li> <li>• Wärmeübertragung durch Strahlung</li> <li>• Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung</li> <li>• Wärmeübertrager</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Mechanismen der Wärme- und Stoffübertragung und können ihre Bedeutung und ihren Einzelbeitrag bei technischen Problemstellungen ermitteln</li> <li>• können die Beiträge der verschiedenen Wärmeübertragungsmechanismen (Wärmeleitung, Konvektion, Strahlung und bei Phasenwechsel) quantifizieren</li> <li>• können die thermische Auslegung von einfachen Wärmeübertragern selbständig durchführen</li> <li>• verstehen die Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung und sind in der Lage, sie bei der Lösung von Stoffübertragungsproblemen zu nutzen</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen:<br>Grundlegende Kenntnisse der Mathematik (Differential- und Integralrechnung, mathematische Charakterisierung von Feldern, Differentialoperatoren, gewöhnliche und partielle Differentialgleichungen) / Grundlagen der Thermodynamik  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Vorlesungsskript</li><li>• H. D. Baehr, K. Stephan, Wärme- und Stoffübertragung, Springer (2010)</li></ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97085 | <b>Grundlagen der Koordinatenmesstechnik</b><br>Fundamentals of coordinate measurement technology   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Diese Online-Inhalte sind Modular strukturiert und werden von den Studierenden eigenständig bearbeitet und anschließend in Kleingruppen besprochen.</p> <p>Die Lerninhalte sind dabei wie folgt strukturiert:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretation einer Konstruktionszeichnung,</li> <li>• Prüfplanung,</li> <li>• Geräteauswahl,</li> <li>• Vorbereitung des Werkstücks,</li> <li>• Vorbereitung des Messsystems,</li> <li>• Messung durchführen,</li> <li>• Auswertestrategie,</li> <li>• Messunsicherheit,</li> <li>• Dokumentation,</li> <li>• Infrastruktur und Umgebung.</li> </ul> <p>Der Onlinekurs beruht auf einem herstellerunabhängigen Blended Learning" Kurs Ausbildungsstufe 1 CMM-User von CMTrain (<a href="http://www.cm-train.org">www.cm-train.org</a>). Die Lerninhalte stellen einen in der Industrie anerkannten, international vergleichbaren Ausbildungsstandard für Messtechniker im Bereich der Koordinatenmesstechnik sicher.</p> <p>Durch einen zusätzlichen, kostenpflichtigen, eintägigen Workshop ist es möglich die CMTrain Ausbildungsstufe 1" und das zugehörige Zertifikat zu erlangen.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können das Grundprinzip der Koordinatenmesstechnik beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Messresultate vollständig angeben.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br>Im Rahmen des Moduls müssen zwei Vorträge zu je 20 Minuten gehalten werden. Die Teilnahme an den Vorträgen der anderen Teilnehmenden wird vorausgesetzt.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 9. Auflage, Springer Verlag, 2018 ISBN 978-3-658-17755-3</li> </ul>  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97252 | <b>Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen</b><br>Methodical analysis for improving the quality of manufacturing processes | <b>7,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Methodische Analyse zur Qualitätsverbesserung von Fertigungsprozessen (6 SWS)   | 7,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Tamara Reuter<br>apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | apl. Prof. Dr. Hinnerk Hagenah<br>Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Six Sigma Methodik, Grundlagen des Projektmanagements, Projektcharter, SIPOC und VOC, Prozess- und Aufgabendefinition;</li> <li>• Datenerfassung, Entscheidungsmatrix und Zielgrößenoptimierung;</li> <li>• Grundlagen der Statistik, Graphische Methoden;</li> <li>• Regelkarten, Erfassung von Ursachen und Wirkungen, Ursachen und Wirkungen, Messsystemanalyse;</li> <li>• Verteilungstests, Verteilungstests, Prozessfähigkeit, Sigma-Level Berechnung;</li> <li>• Konfidenzintervall, Konfidenzintervall, Test auf Varianzgleichheit, t-Test für 2 Stichproben;</li> <li>• Einfache Varianzanalyse, ANOVA, Chi-Quadrat-Test, Chi-Quadrat-Test, Korrelation und Regression;</li> <li>• Statistische Versuchsplanung, Multi-Vari Studien, Kreativtechniken</li> <li>• FMEA für Projektstrategien, Praxisübungen (Durchführung eines Mini-Greenbelt Projekts mit Papierhubschrauber)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach Besuch der der Lehrveranstaltung, sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefende Kenntnisse in der methodischen Analyse von Prozessen in der Fertigung, wobei die Six Sigma Methodik Verwendung findet, wiederzugeben und zu erläutern,</li> <li>• grundlegendes Wissen zu Themen der Prozessanalyse und optimierung und methodische Problemlösungsansätze anzuwenden, sowie Fragestellungen unter Anwendung statistischer Verfahren zu lösen,</li> <li>• durch Informationen und Faktenwissen, Six Sigma Projekte zur Analyse und anschließenden Optimierung von Produktions- und Fertigungsprozessen zu leiten,</li> <li>• notwendige analytische und statistische Werkzeuge in Six Sigma Projekten einzusetzen,</li> <li>• die Prozessanalyse und -optimierung sowie Six Sigma im ganzheitlichen Umfeld der industriellen Produktion und Fertigung einzuordnen.</li> </ul>           |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Aufgrund der inhaltlichen Tiefe der Veranstaltung werden folgende Erfahrungen (bzw. belegte Lehrveranstaltungen) vorausgesetzt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produktionstechnik</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> <li>• Stochastik (Ingenieurmathematik)</li> </ul> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>mündliche Prüfung: 100%  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 135 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97303 | <b>Automatisierte Produktionsanlagen</b><br>Automated manufacturing systems  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zu Automatisierte Produktionsanlagen (2 SWS)  | 2,5 ECTS      |
|   |                                  | Vorlesung: Automatisierte Produktionsanlagen (2 SWS)<br><br>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      |
| 3 | Lehrende                         | Alexander Schneider  |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Alexander Schneider   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Durch den interdisziplinären Ansatz und die Einbeziehung der vielfältigen Domänen und Disziplinen der Produktionstechnik und der Inhalte unterschiedlicher Ingenieurwissenschaften, richtet sich die Grundlagenvorlesung Automatisierte Produktionsanlagen an Studierende des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurwesens, der Mechatronik, der Elektrotechnik, der Informations- und Kommunikationstechnik und der Informatik.</p> <p>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.</p> <p>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 ingenieurwissenschaftlicher 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.</p> <p>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</p> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Funktionsabbildung automatisierungstechnischer Komponenten bis hin zu Inhalten aus dem Kontext der Energiebereitstellung und dem -management in der Gleichstromfabrik.</p> <p>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.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der wichtigsten Komponenten von APA</li> <li>• Bewertung der verschiedenen Komponenten von APA hinsichtlich Leistungsfähigkeit, Kosten, Vor- und Nachteilen, möglicher Alternativen</li> <li>• Kenntnis der Möglichkeiten zur Kombination von Komponenten zu komplexeren Anlagen</li> <li>• Bewertung von APA nach wirtschaftlichen Kenngrößen</li> <li>• Bewertung der Einsatzmöglichkeiten neuer Technologien</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interesse an Automatisierungstechnik</li> <li>• Interesse an praktischer Übung an einer SPS</li> <li>• Grundlagen Elektrotechnik</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>konkrete Prüfungsform: Klausur, 90 min.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>Klausur, 100%  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 150 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |



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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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, <a href="http://www.wgmhi.de">www.wgmhi.de</a>) gehalten, die ausgehend von ihren jeweiligen Fachgebieten in den Themenkomplex "Industrie 4.0" einführen. Folgende Themengebiete rund um die Digitalisierung werden unter anderem behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Industrierobotik</li> <li>• Netzwerk- und Cloudtechnologien</li> <li>• Software und Steuerung</li> <li>• Der Mensch in I4.0</li> <li>• Industrial Data Science.</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>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.</p> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld von Industrie 4.0 in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen</li> <li>• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen zu verstehen</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60   |  |

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

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Andreas Michalka   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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 Laufruheregung von Verbrennungsmotoren.</p> <p>Der Inhalt gliedert sich in folgende Abschnitte:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mathematische Modellierung des Fahrzeugs, des Antriebsstrangs und dessen Komponenten als Basis für Simulation und Regelungsentwurf</li> <li>2. Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten</li> <li>3. Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge</li> <li>4. Regelsysteme für Längsführung</li> </ol> <p>Sie richtet sich an Studierende, die sich für den Entwurf und die Implementierung von Regelungen am praktischen Beispiel "Antriebsstrang" interessieren.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Komponenten konventioneller und hybrider Antriebsstränge und erklären deren Funktion</li> <li>• diskutieren mathematische Modelle dieser Komponenten, des Antriebsstrangs und der Fahrzeuglängsbewegung als Basis für Simulation und Regelungsentwurf</li> <li>• kennen Regelsysteme auf Ebene der Antriebsstrangkomponenten und erläutern deren Arbeitsweise</li> <li>• erklären das Konzept der Längsdynamiksteuerung für Kraftfahrzeuge</li> <li>• kennen Regelsysteme für die Längsführung und erläutern deren Arbeitsweise</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Die Vorlesungen "Regelungstechnik A" und "Regelungstechnik B" oder "Einführung in die Regelungstechnik" werden dringend empfohlen.  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>mündlich, 30 Minuten  |  |

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

|   |                                   |  |               |
|---|-----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>537468 | <b>Materialmodellierung und -simulation</b><br>Material modeling and simulation (TAF solid mechanics and dynamics) | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung mit Übung: Materialmodellierung und -simulation (4 SWS)  | -             |
| 3 | Lehrende                          | Paras Kumar<br>apl. Prof. Dr. Julia Mergheim   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim<br>Dr.-Ing. Gunnar Possart  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Grundlagen der Materialmodellierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plastizität und Viskoplastizität</li> <li>• Viskoelastizität in 1D</li> <li>• zugehörige Integrationsalgorithmen</li> <li>• Tensornotation, Elastizität in 3D</li> <li>• Plastizität und Viskoplastizität in 3D</li> <li>• Viskoelastizität in 3D</li> <li>• zugehörige Integrationsalgorithmen</li> </ul> <p>Fundamentals of material modeling</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plasticity and viscoplasticity</li> <li>• Viscoelasticity in 1D</li> <li>• related integration algorithms</li> <li>• Tensor notation, elasticity in 3D</li> <li>• Plasticity and viscoplasticity in 3D</li> <li>• Viscoelasticity in 3D</li> <li>• related integration algorithms</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit unterschiedlichem Materialverhalten</li> <li>• können unterschiedliches Materialverhalten modellieren (elastisch, plastisch, viskoelastisch, viskoplastisch)</li> <li>• kennen geeignete Integrationsalgorithmen</li> <li>• verstehen die numerische Umsetzung der Modelle</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• are familiar with different material behaviour</li> <li>• can model various material behavior (elastic, plastic, viscoelastic, viscoplastic)</li> <li>• know suitable integration algorithms</li> <li>• understand the numerical implementation of the models</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik und der Linearen Finite Elemente Methode</p> <p>Recommended: Basic knowledge of continuum mechanics and the linear finite element method</p> <p>Organisatorisches:</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a></p>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>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.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>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.</p> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>mündlich</p> <p>Materialmodellierung und -simulation (TAF Solid Mechanics and Dynamics) (Prüfungsnummer: 537468)</p> <p>mündliche Prüfung: 30 Min.<br/>oral exam: 30 min.</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simo and Hughes: Computational Inelasticity. Springer-Verlag, 2000.</li> <li>• Lemaitre and Chaboche: Mechanics of Solid Materials. Cambridge University Press, 1990.</li> <li>• Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials. Springer Verlag, 2000.</li> <li>• Ottosen and Ristinmaa: The Mechanics of Constitutive Modeling. Elsevier, 2005.</li> </ul>   |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>607629 | <b>Hauptseminar Messtechnik</b><br>Advanced seminar Manufacturing metrology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Seminar: Hauptseminar Fertigungsmesstechnik (2 SWS)                         | -               |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Ablauf des Seminars*</p> <p>[*1. Voranmeldung StudOn*]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Anmeldung zum Hauptseminar erfolgt in der Regel am Anfang des Semesters. Ausnahmen sind möglich.</li> <li>◦ Hierfür wird eine Liste der Seminarthemen mit zugeordnete StudOn-Gruppen bereit gestellt.</li> <li>◦ Die Anmeldung zu einem bestimmten Thema erfolgt durch selbstständige Anmeldung zur zugeordneten StudOn-Gruppe.</li> <li>◦ Kontakt mit dem Betreuer innerhalb der ersten Woche nach anmeldung notwendig.</li> <li>◦ Klärung von Ziel, Auftrag und Kontext.</li> <li>◦ Recherche, Auswahl der Informationen.</li> <li>◦ Grobe Ablaufplanung der Präsentation (Begrüßung und Themenübersicht, Einstieg ins Thema, Transport der Inhalte, Themenbegrenzung), Ausstieg, Fragen und Diskussion).</li> <li>◦ 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).</li> <li>◦ Erstellen der Präsentation (Vorlage auf StudOn beachten).</li> <li>◦ Terminplan der Präsentationen wird vom Koordinator festgelegt und per E-Mail mitgeteilt (Termine sind in der Regel gegen Ende der Vorlesungszeit). Ausnahmen sind möglich.</li> <li>◦ Termin zur Abgabe der Präsentation: eine Woche vor dem Präsentationstermin.</li> <li>◦ Durchführung der Präsentation (Präsentationsdauer 20 min. + 10 min. Diskussion)</li> <li>◦ Teilnahme an 5 weiteren Vorträgen.</li> <li>◦ Notenbekanntgabe direkt nach der Präsentation.</li> <li>◦ Koordinator schickt den ausgestellten Schein direkt an das Prüfungsamt.</li> <li>◦ Auf Anfrage Feedback vom Betreuer (sofern gewünscht).</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erlangen grundlegender Kenntnisse in Recherche, Themenaufbereitung und Präsentationstechniken,</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erarbeiten Schwerpunkte technischer Zusammenhänge bei einem gegebenen Thema,</li> <li>• vertiefen eigenständig einen technischen Schwerpunkt an Hand eines konkreten Beispiels der Fertigungsmesstechnik,</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, sich in unbekannte Probleme einzuarbeiten und diese verständlich zu präsentieren,</li> <li>• erlernen die Fähigkeit, als Zuhörer aktiv Fragen zu formulieren und technische Sachverhalte zu diskutieren,</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>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 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>Vortrag, 100%  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |



|   |                                   |  |  |
|---|-----------------------------------|--|--|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>650143 | <b>Systemprogrammierung Vertiefung</b><br>Advanced systems programming   | <b>5 ECTS</b>  |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: SP1-R01 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R02 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R03 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R04 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R05 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R06 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R07 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R08 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R09 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R10 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R11 (2 SWS)<br>Übung: SP1-R12 (2 SWS) | -<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende                          | Thomas Preisner<br>Luis Gerhorst   |  |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Schröder-Preikschat   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen von Betriebssystemen (Adressräume, Speicher, Dateien, Prozesse, Koordinationsmittel; Betriebsarten, Einplanung, Einlastung, Virtualisierung, Nebenläufigkeit, Koordination/Synchronisation)</li> <li>• Abstraktionen/Funktionen UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> <li>• Programmierung von Systemsoftware</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über Grundlagen von Betriebssystemen</li> <li>• verstehen Zusammenhänge, die die Ausführungen von Programmen in vielschichtig organisierten Rechensystemen ermöglichen</li> <li>• erkennen Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen realen und abstrakten (virtuellen) Maschinen</li> <li>• erlernen die Programmiersprache C</li> <li>• entwickeln Systemprogramme auf Basis der Systemaufrufchnittstelle UNIX-ähnlicher Betriebssysteme</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich<br>Die Prüfungsdauer beträgt 30 Minuten. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)                                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                             |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>683319 | <b>Zukunft der Automobiltechnik</b><br>Future in the automotive industry  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Reinhard German  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Die Bedeutung von Elektronik und Software ist in der Fahrzeugtechnik stark gestiegen, gleichzeitig stellen die komplexen Entwicklungsprozesse in der Automobilindustrie hohe Anforderungen an Berufseinsteiger. Absolventen benötigen daher zunehmend spezialisierte Kenntnisse aus den Themenbereichen Elektronik, Software und Vernetzung von Fahrzeugen. Um diesen Anforderungen Rechnung zu tragen, wurde am Department Informatik ein spezieller Studienschwerpunkt Informatik in der Fahrzeugtechnik" im Studiengang Informatik eingerichtet.</p> <p>Die Vorlesung Zukunft der Automobiltechnik" zeigt querschnittlich neue Trends in der Konzeption und Entwicklung auf und führt in das Thema Informatik in der Fahrzeugtechnik" ein.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden erwerben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnisse über Szenarien der Automobiltechnik, insbesondere zu wirtschaftlichen Einflussfaktoren und technologischen Grundlagen der Fahrzeugproduktion</li> <li>• praxisnahe Erfahrungen rund um die Automobiltechnik, z.B. im Bereich Fahrzeugelektronik, und um den Einsatz von Informatikmethoden im Auto und in der Produktion</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Modul Rechnerkommunikation  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet, 2.5 ECTS   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |  |

|   |                                   |  |               |
|---|-----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>767791 | <b>Seminar Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing</b><br>Seminar innovation lab for wearable and ubiquitous computing  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum/Projekt: Innovationslabor für Wearable und Ubiquitous Computing (4 SWS)  | 10 ECTS       |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Nils Roth<br>Marlies Nitschke<br>Matthias Zürl<br>Johannes Link<br>Michael Nissen<br>Ann-Kristin Seifer<br>Kai Klede<br>Charlotte Pradel<br>Imrana Abdullahi Yari<br>Alzhraa Ibrahim<br>Mohamad Wehbi<br>Misha Sadeghi |               |

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Matthias Zürl  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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.</p> <p>*Content:*</p> <p>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</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideation, Design Thinking</li> <li>• Patentrecherche, Marktanalysetechniken</li> <li>• Agile Entwicklungsmethoden (Scrum)</li> <li>• Prototyping</li> <li>• Sicherung geistigen Eigentums</li> <li>• Einführung in Entrepreneurship, Startup Finanzierung</li> </ul> <p>*Learning Goals and skills:*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideation, Design Thinking</li> <li>• Patent Research, Markt Analysis</li> <li>• Agile Development Methods (Scrum)</li> <li>• Prototyping</li> <li>• Securing Intellectual Property</li> <li>• Introduction to Entrepreneurship, Startup Financing</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <p>Der Umfang der Leistung im Innovation Lab setzt sich aus vier Teilbereichen zusammen (in Klammern ist der Anteil an der Gesamtnote angegeben):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teampräsentation - 30 min (30%)</li> <li>• Abschlussvortrag - 10 min (10 %)</li> <li>• Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%)</li> <li>• Abschlussdokumentation/Report - ca. 3 - 6 Seiten pro Studierendem (20 %)</li> </ul> <p>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):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teampresentation - 30 min (30%)</li> <li>• Final lecture - 10 min (10 %)</li> <li>• Hardware/Software Development, Scrum Meetings, Practical work (40%)</li> <li>• Report - ca. 3 - 6 pages per student (20 %)</li> </ul> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | in jedem Semester                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

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

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Klaus Helmreich   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Motivation</p> <p>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.</p> <p>Im Studium ist dies wichtig bei</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftlichen Ausarbeitungen wie Seminar- und Abschlußarbeiten,</li> <li>• mündlichen Darstellungen wie Vorträgen und Diskussionen sowie bei</li> <li>• Prüfungen - hier vor allem!</li> </ul> <p>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.</p> <p>Gliederung</p> <p>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.</p> <p>0 Einführung</p> <p>Begriffe und Definitionen: Kommunikation zwischen Menschen in Abgrenzung zu anderen Bedeutungen, Technik und Technologie, Wissenschaftsbegriffe, Kriterien zur Abgrenzung, Pseudo-Wissenschaft</p> <p>1 Physiologische Rahmenbedingungen: Sensorik des Menschen<br/>Sinne und Sinnesorgane, Eigenschaften</p> <p>2 Kanäle für Kommunikation zwischen Menschen<br/>Bio-Physikalische Grundlagen, akustischer und optischer Kommunikationskanal, Entstehungsgeschichte der Zeichen. die Bedeutung von Sprache, Unterschied zwischen Kommunikation in Technik-Wissenschaften und allgemeiner Kommunikation</p> <p>3 Sprachen in MINT-Fächern<br/>Begriffe, Fach- und Symbolsprachen, mathematischen Beziehungen, naturwissenschaftliche Darstellungen als Modelle der Wirklichkeit, technischen Zeichnungen, Schaltpläne</p> <p>4 Formen der Kommunikation in MINT-Fächern<br/>Vorlesung, Übung, Praktikum, Seminar, Bachelor-/Master-Arbeit, Promotionsverfahren, Habilitationsverfahren, Kolloquium, Kongress</p> <p>5 Prüfungen gut vorbereiten und erfolgreich bestehen</p> |  |

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



|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>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</p> <p>19 Interkulturelle Kommunikation</p> <p>Kulturbegriff, Anwendung des Kommunikationspsychologischen Werkzeugkoffers" aus Kap. 17 auf interkultureller Kommunikation, theoretisches Rüstzeug und praktische Hinweise</p>  |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Formen fachlicher Kommunikation nennen.</li> <li>• Sie kennen Ablauf und Besonderheiten mündlicher und schriftlicher Prüfungen im Studium.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können die Begriffe "Kommunikation", "Technik" und verschiedene Wissenschaftsbegriffe erläutern.</li> <li>• Sie können Formen wissenschaftlichen Schrifttums erläutern.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Gleichungen und physikalische Größen normgerecht darstellen.</li> <li>• Sie können Gestaltungsregeln und Ausdrucksmittel für wissenschaftliche Publikationen in Seminar- und Abschlussarbeiten korrekt anwenden.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Besonderheiten der Fachkommunikation gegenüber allgemeiner zwischenmenschlicher Kommunikation herausstellen.</li> <li>• Sie können Äußerungen hinsichtlich der Aspekte Inhalt, Beziehung, Appell und Selbstkundgabe analysieren.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Wissenschaft von Pseudo-Wissenschaft abgrenzen.</li> <li>• Sie können Vor- und Nachteile verschiedener Kanäle zwischenmenschlicher Kommunikation bewerten.</li> <li>• Sie können theoretische und experimentelle Arbeits- und Forschungsergebnisse kritisch bewerten.</li> </ul> <p>Erschaffen<br/>(keine)</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz</p> <p>Lernziele hinsichtlich Lern- und Arbeitsmethoden:</p> <p>Die Studierenden können:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• spezifische Lern- und Vorbereitungsstrategien für mündliche und schriftliche Prüfung anwenden</li> <li>• Bedeutung von Normung und Normen in der Technik wiedergeben</li> <li>• wissenschaftliche Quellen richtig zitieren</li> <li>• wissenschaftliches Schrifttum gezielt recherchieren</li> </ul> |

- 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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br>Prüfungsform: schriftlich ( 90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | zur Vorlesungsbegleitung (wird zur Verfügung gestellt):<br><br>Hans H. Brand:<br><br>Kommunikation in Technik-Wissenschaften: oder: Was Ingenieure - außer dem Fachlichen - sonst noch wissen müssten und können sollten;<br><br>Shaker Verlag, Aachen, 2012; ISBN 978-3-8440-1356-6<br><br>zur weiteren Vertiefung:<br><br>Paul Watzlawick, Janet H. Beavin, Don D. Jackson:<br><br>Pragmatics of Human Communication, A Study of Interactional Patterns, Pathology and Paradoxes;<br><br>Mental Research Institute, Palo Alto, CA, USA, 1967;<br><br>deutsch;;<br><br>Menschliche Kommunikation - Formen, Störungen, Paradoxien;<br><br>Hans Huber, Bern, Schweiz, 1969/2000/2003/2007<br><br>Friedemann Schulz v. Thun:<br><br>Miteinander Reden<br><br>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 | <b>Modulbezeichnung</b><br>830631 | <b>Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung</b><br>Structural optimization in virtual product development | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung mit Übung: Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (4 SWS)                                     | -             |
| 3 | Lehrende                          | apl. Prof. Dr. Ralf Meske   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | apl. Prof. Dr. Ralf Meske   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Strukturoptimierung</li> <li>• Mathematische Grundlagen</li> <li>• Bestimmung von Systemantworten und Sensitivitäten</li> <li>• Optimierung mit Excel</li> <li>• Parameteroptimierung mit gradientenbasierten Algorithmen</li> <li>• Formoptimierung</li> <li>• Topologieoptimierung</li> <li>• Globale Approximationsmethoden</li> <li>• Globale Optimierungsalgorithmen</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lernen die Grundlagen unterschiedlicher Optimierungsverfahren kennen</li> <li>• bekommen anhand aktueller Praxisbeispiele aus der Fahrzeug- und Motorenentwicklung Einblick in deren Anwendung</li> </ul> <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die unterschiedlichen Methoden zur Strukturoptimierung im Rahmen der virtuellen Produktentwicklung.</li> <li>• Sie verstehen die mathematischen Grundlagen der unterschiedlichen Optimierungsverfahren.</li> <li>• Sie erkennen das wirtschaftliche Potential einer optimierungsbasierten Entwicklungsmethodik hinsichtlich Entwicklungszeit und Entwicklungskosten.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Definition einer Optimierungsaufgabe mit Zielfunktion(en), Nebenbedingungen und Designvariablen.</li> <li>• Sie können Einschränkungen aus der Fertigung durch passende Fertigungsnebenbedingungen in der Optimierung berücksichtigen.</li> <li>• Sie verstehen die Möglichkeiten und Einschränkungen der unterschiedlichen Optimierungsverfahren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Rahmen der Rechnerübung lernen die Studierenden die Anwendung der Berechnungssoftware Abaqus und Optimierungssoftware TOSCA.</li> <li>• Die Studierenden können die Lerninhalte anhand klar formulierter Übungsaufgaben anwenden und nachvollziehen.</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können einfache Algorithmen in der Programmiersprache Python implementieren.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können für unterschiedliche Anwendungsfälle das jeweils am besten geeignete Optimierungsverfahren identifizieren und dessen Vorteile gegenüber anderen Verfahren benennen.</li> <li>• Sie können eine Abschätzung über die Anzahl an Funktionsauswertungen und der erwarteten Laufzeit des gewählten Verfahrens treffen.</li> <li>• Sie können beurteilen, wann eine Optimierungslösung Vorteile gegenüber einer ingenieurmäßigen Verbesserung bringt.</li> <li>• Sie wissen, wie ein Optimierungsergebnis in ein fertigungsgerechtes Design umgesetzt werden kann.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die ihnen bekannten Verfahren für neue Probleme zu adaptieren und zu erweitern.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>Strukturoptimierung in der virtuellen Produktentwicklung (Prüfungsnummer: 830631)<br>Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Harzheim. Strukturoptimierung: Grundlagen und Anwendungen. Harri Deutsch 2014</li> <li>• M. P. Bendsoe, O. Sigmund. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications. Springer 2002</li> <li>• K.-J. Bathe. Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001</li> </ul> |

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Julia Mergheim   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der linearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• Elastizität</li> <li>• mean-field approaches und variational bounding methods</li> <li>• numerische Homogenisierung</li> <li>• FE<sup>2</sup> Methode</li> <li>• weitere Multiskalen-Methoden</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen der Mikromechanik</li> <li>• können analytische Homogenisierungsmethoden einsetzen</li> <li>• kennen geeignete Homogenisierungsverfahren</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Grundkenntnisse in Kontinuumsmechanik<br><br>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mikromechanik (Prüfungsnummer: 837601)</li> <li>• Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 30, benotet</li> </ul>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |



|    |   |         |
|----|---|---------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |         |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>856328 | <b>Technologie-Startup-Seminar</b><br>Seminar: Technology startup | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Seminar: Technologie-Startup-Seminar (2 SWS)                      | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Klara Feile<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack                     |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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, Finanzierung/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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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</p>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | 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. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung<br>Die Prüfungsleistung zum Modul Technologie-Startup-Seminar besteht aus zwei Teilen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussbericht (ca. 2 DIN A4 Seiten)</li> <li>• Vortrag (ca. 15 Minuten)</li> </ul>                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussbericht: 30 %</li> <li>• Vortrag: 70 %</li> </ul>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 25 h<br>Eigenstudium: 50 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

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

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Mathias Glasmacher  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung mit Überblick Medizintechnik und Einführung in die Grundsätzliche Eigenschaften der Laserstrahlung</li> <li>• Systemtechnik, Strahlführung und Strahlformung von medizinischen Lasersystemen</li> <li>• Wechselwirkung Laserstrahlung Gewebe</li> <li>• Anwendungen des Lasers in der Medizin</li> <li>• Zulassungsverfahren / Klinische Studien</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Lernenden können den Aufbau und die Funktion für die Medizin und Medizintechnik relevanter Licht- und Laserstrahlquellen erläutern.</li> <li>• Die Lernenden können die besonderen Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik erläutern.</li> <li>• Die Lernenden können Anwendungen des Lasers in der Medizin mit Schwerpunkt auf die Ophthalmologie darstellen.</li> <li>• Die Lernenden können Lösungsansätzen für medizinische Aufgabenstellungen im Bereich der Lasertechnik erarbeiten.</li> <li>• Die Lernenden können die Vorteile der Lasertechnik bei der Lösung medizinischer Problemstellungen erklären.</li> <li>• Die Lernenden können die Besonderheiten der Laserstrahlwechselwirkung mit Gewebe erläutern.</li> <li>• Die Lernenden können die Problematik der Zulassung medizinischer Laseranlagen und deren Berücksichtigung bei der Entwicklung erläutern.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

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

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Sebastian Pfaller   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Torsion prismatischer Stäbe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Torsion von Vollquerschnitten</li> <li>• Torsion dünnwandiger Querschnitte</li> <li>• wölbbehinderte Torsion (Grundlagen und Näherungslösung)</li> </ul> <p>Axialsymmetrische Spannungszustände</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Scheiben (Grundlagen und Schrumpfverbindungen)</li> <li>• Kreisplatte</li> <li>• biegesteife Zylinderschale unter Innendruck</li> </ul> <p>Inelastisches Materialverhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe und Analogiemodelle</li> <li>• plastisches Verhalten metallischer Werkstoffe</li> <li>• plastische Stabwerke, elastisch-plastischer Balken, plastisches Stoffgesetz für duktilen Material bei mehrachsigen Spannungszustand</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind vertraut mit den weiterführenden Begriffen der höheren Festigkeitslehre</li> <li>• können die Torsion komplizierter Querschnitte inklusive Wölbbehinderung behandeln</li> <li>• können axialsymmetrische Spannungszustände von Scheiben, Platten und Kreiszyinderschalen berechnen</li> <li>• kennen die Grundbegriffe inelastischen Materialverhaltens und können diese anwenden auf plastische Stabwerke und elastisch-plastische Balken</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>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.</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.</p>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)<br>Höhere Festigkeitslehre (Prüfungsnummer: 998986)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet<br>Prüfungssprache: Deutsch   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szabo: Höhere Technische Mechanik, Berlin:Springer 1977</li> <li>• Neuber: Technische Mechanik, Zweiter Teil: Elastostatik und Festigkeitslehre, Berlin:Springer 1971</li> <li>• Lippmann: Mechanik des plastischen Fließens, Berlin:Springer 1981</li> </ul> |

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

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> |  |



- 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), Polarisierung 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 ( $180^\circ$ -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, Senkrechtkenngößen, Waagrechtkenngößen, gemischte Kenngößen, Kenngößen aus charakteristischen Kurven, Motifkenngößen; 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-path 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 ( $180^\circ$  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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p><b>Wissen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Fertigungsmesstechnik darlegen.</li> <li>Die Studierenden können die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen Größen an Werkstücken nennen.</li> <li>Die Studierenden können Messaufgaben, deren Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p><b>Verstehen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messergebnisse und das zugrunde liegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p><b>Anwenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben durch das Erlernte implementieren.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p><b>Analysieren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und analysieren.</li> <li>Die Studierenden können Schwachstellen in der Planung und Durchführung selbstständiges erkennen.</li> <li>Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich der Fertigungsmesstechnik bewerten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Für eine optimale Vorbereitung empfiehlt sich eine Belegung des Moduls "Grundlagen der Messtechnik". Dies ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung für das Modul "Fertigungsmesstechnik I".   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</li> <li>• Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg+Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</li> <li>• Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</li> <li>• Christoph, Ralf; Neumann, Hans Joachim: Multisensor-Koordinatenmesstechnik. 3. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2006 ISBN 978-3-937889-51-2</li> <li>• Neumann, Hans Joachim: Koordinatenmesstechnik im der industriellen Einsatz. Verlag Moderne Industrie, 2000 ISBN 3-478-93212-2</li> <li>• Ernst, Alfons: Digitale Längen- und Winkelmesstechnik. 4. Auflage, Verlag Moderne Industrie, 2001 ISBN 3-478-93264-5</li> <li>• Joza, Jan: Messen großer Längen. VEB Verlag Technik Berlin, 1969</li> <li>• Henzold, Georg: Form und Lage. 3. Auflage, Beuth Verlag GmbH Berlin, 2011 ISBN 978-3-410-21196-9</li> <li>• Weckenmann, A.: Koordinatenmesstechnik: Flexible Strategien für funktions- und fertigungsgerechtes Prüfen, 2. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012</li> <li>• *Internetlinks für weitere Information zum Thema Messtechnik*</li> <li>• [Video des VDI: Messtechnik - Unsichtbare Präzision überall]<a href="http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0">http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0</a></li> <li>• [Multisensor-Koordinatenmesstechnik]<a href="http://www.koordinatenmesstechnik.de/">http://www.koordinatenmesstechnik.de/</a></li> <li>• [E-Learning Kurs AUKOM Stufe 1]<a href="http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html">http://www.aukom-ev.de/deutsch/elearning/content.html</a></li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96925 | <b>Fertigungsmesstechnik II</b><br>Manufacturing metrology II   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Übung Fertigungsmesstechnik II (4 SWS)     | 5 ECTS        |
|   |                                  | Vorlesung mit Übung: Vorlesung Fertigungsmesstechnik II (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                    |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p><b>Taktile Formmesstechnik:</b> 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 Geradfürungen), Kalibrierung von Formmessgeräten (Flick-Normale, Vergrößerungsnormale, Kugelnormale, Mehrwellennormale), Mehrlagenverfahren, Umschlagverfahren</p> <p><b>Bildverarbeitungssysteme:</b> 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), Schattenwurfssysteme, Bildverarbeitung (Operationen, Prinzipien)</p> <p><b>Optische Oberflächenmesstechnik:</b> 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,</p> |  |

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, Phasenschieberinterferometer, 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, Gerätekenngößen 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,

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p>Spezifikation von Oberflächenformtoleranzen, Messung der Oberflächenformabweichungen (Passe) mit Probegläsern, Oberflächenbehandlungen und Beschichtungen, Messung geometrischer Spezifikationen</p> <p><b>Mikro- und Nanomesstechnik:</b> Positioniersysteme (Führungen und Antriebe, Gewichtskraftkompensation), metrologischer Rahmen und Gerätekoodinatsysteme, Antastprinzipien und Messsystem (Rasterelektronenmikroskop, Rastertunnelmikroskop, Rasterkraftmikroskope, Nahfeldmikroskope, mikrotaktile Antastung), Mikro- und Nanokoordinatenmesssysteme, Einflussgrößen, Kalibrierung und Rückführung</p> <p><b>Filter:</b> 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)</p>  |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p>Fachkompetenz</p> <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen relevante Definitionen, Fachbegriffe und Kriterien der Fertigungsmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur Gerätetechnik der Fertigungsmesstechnik sowie deren Funktionsweise und Einsatzgebiete wiedergeben</li> <li>• Die Studierenden wissen um die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von dimensionellen und geometrischen.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die, den vorgestellten Messgeräten der Fertigungsmesstechnik, zugrundeliegenden Messprinzipien in eigenen Worten zu erläutern.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben beschreiben und interpretieren, und Schwachstellen in der Planung und Durchführung erkennen.</li> <li>• Die Studierenden können Messergebnisse und die zugrunde liegenden Verfahren angemessene kommunizieren und interpretieren.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eigenständig geeignete Verfahren im Bereich Fertigungsmesstechnik auswählen.</li> <li>• Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben transferieren.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben in der Fertigungsmesstechnik beurteilen und strukturell analysieren.</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> <p>Erschaffen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können die Eignungsuntersuchungen verschiedener Messprinzipien zur Erfüllung neuer Messaufgaben erstellen und auf deren Basis adaptierte Messsysteme konzipieren.</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Eine Teilnahme an der Lehrveranstaltung "Fertigungsmesstechnik 1" wird empfohlen, ist jedoch keine Teilnahmevoraussetzung.  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>International Vocabulary of Metrology Basic and General Concepts and Associated Terms, VIM, 3rd edition, JCGM 200:2008, <a href="http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html">http://www.bipm.org/en/publications/guides/vim.html</a></p> <p>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</p> <p>Pfeifer, Tilo: Fertigungsmeßtechnik. R. Oldenbourg Verlag München Wien, 1998 ISBN 3-486-24219-9</p> <p>Keferstein, Claus P.: Fertigungsmesstechnik. 7. Auflage, Vieweg +Teubner Verlag, 2011 ISBN 978-3-8348-0692-5</p> <p>Warnecke, H.-J.; Dutschke, W.: Fertigungsmeßtechnik. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York Tokyo, 1984 ISBN 3-540-11784-9</p> |

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 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97123 | <b>Integrated Production Systems</b><br>Integrated production systems | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Integrated Production Systems (vhb) (4 SWS)      | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Bernd Hofmann<br>Prof. Dr.-Ing. Florian Risch                         |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepts and Success Factors of Holistic Production Systems</li> <li>• Production organization in the course of time</li> <li>• The Lean Production Principle (Toyota Production System)</li> <li>• The 7 Types of Waste (Muda) in Lean Production</li> <li>• Visual management as a control and management instrument</li> <li>• Demand smoothing as the basis for stable processes</li> <li>• Process synchronization as the basis for capacity utilization</li> <li>• Kanban for autonomous material control according to the pull principle</li> <li>• Empowerment and group work</li> <li>• Lean Automation - "Autonomation"</li> <li>• Fail-safe operation through Poka Yoke</li> <li>• Total Productive Maintenance</li> <li>• Value stream analysis and value stream design</li> <li>• Workplace optimization (lean manufacturing cells, U-Shape, Cardboard Engineering)</li> <li>• OEE analyses to increase the degree of utilization</li> <li>• Quick Setup (SMED)</li> <li>• Implementation and management of the continuous improvement process (CIP, Kaizen)</li> <li>• Overview of quality management systems (e.g. Six Sigma, TQM, EFQM, ISO9000/TS16949) and analysis tools for process analysis and improvement (DMAIC, Taguchi, Ishikawa)</li> <li>• administrative waste</li> <li>• Specific design of the TPS (e.g. for flexible small-batch production) and adapted implementation of selected international corporations</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successfully attending the course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the importance of holistic production systems;</li> <li>• Understand and evaluate Lean Principles in their context;</li> <li>• to evaluate, select and optimise the necessary methods and tools;</li> <li>• To be able to carry out simple projects for the optimisation of production and logistics on the basis of what has been learned in a team.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |



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

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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<br/>Mechanische Berührungsthermometer<br/>Widerstandsthermometer (Pt100, NTC, PTC, Kennlinie, Messschaltungen) Thermoelemente (Grundlagen, Aufbau, Vergleichsstelle, Bauformen) Spezielle Temperaturmessverfahren (Rauschtemperaturmessung, Quarz-Thermometer) Strahlungsthermometer (Grundlagen, Prinzip, Schwarzer Strahler)</li> <li>• Wägetechnik: Messgrößen Masse und Gewicht, Prototypen, Rückführung und Masseableitung, Neudefinition des kg, Einflüsse auf Massenmessung, Balkenwaagen, Federwaagen, Elektromagnetische Kraftkompensationswaage, Komparatoren</li> <li>• Messen der Dichte: Messgröße Dichte, Einteilung der Dichtemessverfahren, Messverfahren für feste, flüssige und gasförmige Stoffe</li> <li>• Messen des Druckes: Messgröße Druck, Einteilung der Druckmessverfahren, Druckwaagen, Flüssigkeitsmanometer und Barometer, federelastische Druckmessgeräte, Druckmessumformer, Druckmittler, piezoelektrische Druckmessgeräte</li> <li>• Messen des Durchflusses: Messgröße Durchfluss, Einteilung der Durchflussmessverfahren, Volumetrische Messverfahren, Massendurchflussmessung</li> <li>• Messen des Füllstandes und Grenzstandes: Grundlagen (Messgrößen Füllstand und Grenzstand, Behälter, Einteilung), Messverfahren</li> </ul> |  |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
|   |                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messen der Feuchte: Grundlagen (Messgröße Feuchte), Gasfeuchtemessung, Materialfeuchtemessung</li> </ul> <p><b>Content:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• Measurement of density: Measurand density, Classification of density measurement methods, measurement procedures for solid, liquid and gaseous substances</li> <li>• 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</li> <li>• Measurement of flow: Measurand flow, Classification of flow measurement methods, Volumetric measurement methods, Mass flow measurement</li> <li>• Measurement of filling level and limit state: Fundamentals (Measurands filling level and limit state, tanks, classification), Measuring methods</li> <li>• Measurement of humidity: Fundamentals (Measurand humidity), Gas humidity measurement, Material humidity measurements</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Motivation, Ziele, Grundsätze und Strategien der Prozessmesstechnik.</li> <li>• Die Studierenden können Messaufgaben, die Durchführung und Auswertung von Messungen beschreiben.</li> </ul> <p>Verstehen</p>  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messergebnissen und der zugrundeliegenden Verfahren angemessen kommunizieren und interpretieren.</li> <li>Die Studierenden verstehen die operative Herangehensweise an Aufgaben der messtechnischen Erfassung von nicht-geometrischen Prozessgrößen.</li> </ul> <p>Anwenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Messaufgaben in den genannten Bereichen analysieren und beurteilen.</li> <li>Die Studierenden können Messergebnissen aus dem Bereich Prozessmesstechnik bewerten.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Verfahren im Bereich Prozess- und Temperaturmesstechnik eigenständig auswählen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können das Erlernte auf unbekannte, aber ähnliche Messaufgaben übertragen.</li> </ul> </li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Der Besuch der Grundlagen-Vorlesungen [Grundlagen der Messtechnik] (GMT) wird empfohlen.</li> </ul>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>Hoffmann, Jörg: Handbuch der Messtechnik. 4. Auflage, Carl Hanser Verlag München, 2012 ISBN 978-3-446-42736-5</li> <li>Bernhard, Frank: Technische Temperaturmessung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, 2004 ISBN 3-540-62672-7</li> <li>Freudenberger, Adalbert: Prozeßmeßtechnik. Vogel Buchverlag, 2000 ISBN 978-3802317538</li> <li>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</li> </ul>  |

- 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 Präzision überall][http://youtu.be/tQgvr\\_Y3GI0](http://youtu.be/tQgvr_Y3GI0)

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97246 | <b>Qualitätsmanagement</b><br>Quality management  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Qualitätstechniken - QTeK - vhb (2 SWS)<br>Vorlesung: Qualitätsmanagement QMaK (2 SWS) | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         |   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>*Qualitätsmanagement I - Qualitätstechniken für die Produktentstehung [QM I]*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung und Begriffe</li> <li>• Grundwerkzeuge des Qualitätsmanagements</li> <li>• Erweiterte Werkzeuge des Qualitätsmanagements</li> <li>• Qualitätsmanagement in der Produktplanung (QFD)</li> <li>• Qualitätsmanagement in der Entwicklung und Konstruktion (DR, FTA, ETA, FMEA)</li> <li>• Versuchsmethodik</li> <li>• Maschinen- und Prozessfähigkeit, Qualitätsregelkarten</li> <li>• Zuverlässigkeitstechniken</li> <li>• Qualitätsmanagementsystem - Aufbau und Einführung</li> <li>• [Grundwerkzeuge des QM (Einsendeaufgabe)]</li> <li>• [QFD und FMEA (Einsendeaufgabe)]</li> <li>• [Versuchsmethodik (Einsendeaufgabe)]</li> <li>• [SPC (Einsendeaufgabe)]</li> </ul> <p>*Qualitätsmanagement II - Phasenübergreifendes Qualitätsmanagement [QM II]*</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qualitätsmanagementsystem - Auditierung und Zertifizierung</li> <li>• Total Quality Management und EFQM-Modell</li> <li>• Ausbildung und Motivation</li> <li>• Kontinuierliche Verbesserungsprogramme und Benchmarking</li> <li>• Problemlösungstechniken und Qualitätszirkel</li> <li>• Qualitätsbewertung</li> <li>• Qualität und Wirtschaftlichkeit</li> <li>• Six Sigma</li> <li>• Qualitätsmanagement bei Medizinprodukten</li> <li>• [Qualitätsbewertung (Übung)]</li> <li>• [Qualitätsbezogene und Wirtschaftlichkeit (Übung)]</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach dem Besuch des Moduls sind die Teilnehmenden in der Lage, Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ die Werkzeuge, Techniken und Methoden des Qualitätsmanagements entlang des Produktlebenszyklus darzustellen</li> <li>◦ die Zuverlässigkeit von Systemen zu beschreiben</li> <li>◦ Wissen zu Qualitätsmanagement als unternehmens- und produktlebenszyklusübergreifende Strategie zu veranschaulichen</li> </ul> </li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Anforderungen, Aufbau, Einführung sowie die Auditierung und Zertifizierung von Qualitätsmanagementsystemen darzustellen</li> <li>◦ die grundlegenden Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeuge auf ein anderes Problem zu übertragen</li> <li>◦ Prozesse mit Hilfe der statistischen Prozesslenkung (SPC), Qualitätsregelkarten und Prozessfähigkeitsindizes zu beschreiben</li> <li>◦ Business Excellence anhand Total Quality Management (TQM), Unternehmensbewertungsmodelle wie EFQM und kontinuierlicher Verbesserungsprozesse im Unternehmen auszuführen</li> <li>◦ die Wirtschaftlichkeit von Qualitätsverbesserungsmaßnahmen zu demonstrieren</li> <li>◦ die Methodik Six Sigma" zu beschreiben und dem Kontext der Qualitätsverbesserung zuzuordnen</li> <li>◦ mit Hilfe der Qualitätsmethoden, -techniken und -werkzeugen Probleme zu analysieren</li> <li>◦ statistische Versuchspläne auf praktische Probleme zu übertragen und aus den Ergebnissen die Zusammenhänge und Einflüsse der Faktoren zu interpretieren</li> <li>◦ Handlungsgrundlagen hinsichtlich Ausbildungs-, Motivations- und Organisationsverbesserung zu ermitteln</li> <li>◦ statistische Auswertungen zu interpretieren und neue Probleme auf statistische Auffälligkeiten zu testen</li> <li>◦ die Qualität mit etablierten Vorgehensweisen zu bewerten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamiske, G. F.; Brauer, J.-P.: Qualitätsmanagement von A - Z, Carl Hanser Verlag, München 2011</li> </ul>  |

- |  |   |
|--|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"><li>• Pfeifer, T.; Schmitt, R.: Masing Handbuch<br/>Qualitätsmanagement, Hanser, München 2021</li></ul> |
|--|---|

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96930 | <b>Rechnergestützte Messtechnik</b><br>Computer-aided metrology | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Rechnergestützte Messtechnik (4 SWS)       | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte                                    |               |

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>*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</p> <p>*Verarbeitung und Übertragung analoger Signale:* Messverstärker, Operationsverstärker (idealer und realer, Rückkopplung) Kenngrößen von Operationsverstärkern Frequenzabhängige Verstärkung von Operationsverstärkern Operationsverstärkertypen Rückkopplung und Grundsaltungen (Komparator, Invertierender Verstärker, Nichtinvertierender Verstärker, Impedanzwandler, Strom-Spannungswandler, 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 Demulatoren Multiplexer und Demultiplexer Abtast-Halte-Glied</p> <p>*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)</p> <p>*Verarbeitung digitaler Signale:* digitale Codes Schaltnetze (Kombinatorische Schaltungslogik) Schaltalgebra und logische Grundverknüpfungen Schaltwerke (Sequentielle Schaltnetze) Speicherglieder (Flip-Flops, Sequentielle Grundsaltungen), Halbleiterspeicher (statische und dynamische, FIFO)</p> |  |



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-Dezimirer, 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

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Characteristic curve deviations and methods for their determination<br/> Regression analysis Characteristic curve correction Approximation,<br/> interpolation, extrapolation Kinds of characteristic curve correction<br/> Measurement precision, measurement accuracy, measurement<br/> trueness, error propagation law (old concept), uncertainty and their<br/> estimation Procedure for determining the uncertainty, Monte Carlo<br/> method<br/> *Circuit and PCB design:* Printed circuit boards (PCB) PCB material<br/> PCB types Vias PCB design and deconcentration Software PCB<br/> production</p>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/> Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können einen Überblick zur rechnergestützten Messtechnik sowie deren Einsatzgebiete wiedergeben.</li> <li>• Die Studierenden können Wissen zur rechnergestützten Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und visualisierung als Grundlage für zielorientierte, effiziente Entwicklung und für kontinuierliche Produkt- und Prozessverbesserung abrufen</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden können rechnergestützte Werkzeuge für die Messdatenerfassung, -auswertung, -analyse und -visualisierung auswählen und bewerten.</li> </ul> </li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |

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

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94531 | <b>Softwareentwicklung für Ingenieure</b><br>Software development for engineers | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Softwareentwicklung für Ingenieure (vhb) (4 SWS)                     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Christoph Konrad<br>Christian Voigt<br>Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke               |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Die virtuelle Vorlesung "Softwareentwicklung für Ingenieure" vermittelt grundlegende Kompetenzen der Java-Programmierung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Java-Bestandteile, Operatoren, Schleifen, Kontrollstrukturen</li> <li>• Java-AOIs</li> <li>• Methodenkapselung</li> <li>• Objektorientierung, Klassendesign</li> <li>• Best Practices, Entwurfsmuster</li> <li>• Mengen, Listen, Generics</li> <li>• Exceptions, Assertions</li> <li>• Nebenläufigkeit</li> <li>• Dateioperationen</li> <li>• Datenbankinteraktion</li> </ul> <p>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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben grundlegende Java-Kenntnisse</li> <li>• lernen eigenständig objektorientierte Problemstellungen als Softwaresystem umsetzen zu können</li> <li>• sammeln Projekt-Erfahrung im Entwicklungsteam</li> <li>• lernen den Umgang mit aktuellen IDEs und Tools (Git, Jenkins, JUnit, Android-Studio)</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Kompetenzen der Programmierung auf dem Level der Vorlesung "Grundlagen der Informatik".  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022  |  |

|    |   | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60              |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)<br>Klausur: 100%                         |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96390 | <b>Regenerative Energiesysteme</b><br>Renewable energy systems                            | <b>5 ECTS</b> |
| 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  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Diese Veranstaltung beschäftigt sich mit der Nutzung regenerativer Primärenergiequellen zur Umwandlung in mechanische und elektrische Energie.</p> <p>Das physikalische Verständnis für die Primärenergieträger Wasser, Wind, Biomasse, direkte Sonnenenergie und Erdwärme und deren Umwandlungsprozesse in elektrische Energie stehen dabei im Vordergrund. Dazu werden auch die Möglichkeiten und Wege zur Erhöhung der Prozesswirkungsgrade so wie deren technischen Potentiale in der elektrischen Energieversorgung aufgezeigt. Weiterhin werden die Randbedingungen beim Betrieb von regenerativen Energiesystemen im elektrischen Energieversorgungsnetz besprochen.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Arten regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• kennen die aktuellen Entwicklungen in der elektrischen Energieversorgung,</li> <li>• verstehen die physikalischen und technischen Zusammenhänge bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• verstehen die Herausforderungen bei der Nutzung regenerativer Energiesysteme,</li> <li>• analysieren das Betriebsverhalten regenerativer Energiesysteme und</li> <li>• verstehen die Problematik der Integration regenerativer Energiesysteme in bestehende Systeme.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>schriftlich oder mündlich (90 Minuten)</p> <p>Klausur, schriftlich, 90 min</p>  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>schriftlich oder mündlich (100%)</p> <p>Klausur 100%</p>  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 90 h</p>   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                 |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch                                    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Es wird ein Skript zur Verfügung gestellt. |



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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Martin März   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Grundlagen der Topologieanalyse:</b> Stationaritätsbedingungen, Strom-Spannungsformen, verbotene Schalthandlungen</p> <p><b>Nicht-isolierende Gleichspannungswandler:</b> Grundlegende Schaltungstopologien, Funktionsweise, Dimensionierung</p> <p><b>Isolierende Gleichspannungswandler:</b> Grundlegende Schaltungstopologien, Gleichrichterschaltungen, Transformatoren als Übertrager bzw. Energiespeicher</p> <p><b>Leistungshalbleiter:</b> 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</p> <p><b>Passive Leistungsbaulemente:</b> Induktive Bauelemente (weichmagnetische Kernmaterialien, nichtlineare Eigenschaften, Kernverluste, Wicklungsverluste); Kondensatoren (Technologien und deren Anwendungseigenschaften, sicherer Arbeitsbereich, Brauchbarkeitsdauer, Impedanzverhalten)</p> <p><b>Parasitäre Elemente:</b> Niederinduktive Aufbautechniken</p> <p><b>Treiber- und Ansteuerschaltungen für Leistungshalbleiter:</b> Grundsaltungen zur Ansteuerung MOS-gesteuerter Bauelemente mit und ohne galvanische Isolation, Schaltungen zur Erhöhung von Störabstand und Treiberleistung, Ladungspumpe, Schutzbeschaltungen, PWM-Modulatoren</p> <p><b>Gleichrichter und Leistungsfaktorkorrektur:</b> Phasenanschnittsteuerung, Phasenabschnittsteuerung, Gleichrichterschaltungen, Netzstromverformung, aktive Leistungsfaktorkorrektur</p> <p><b>Pulsrichter:</b> Übersicht, Blockschaltbild, netzseitige Stromrichter, lastseitiger Pulswechselrichter, Sinus-Dreieck- und Raumzeigermodulation, Dreipunktwechselrichter</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <b>Lernziel</b>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>In der Vorlesung werden die Grundlagen zum Verständnis der Spannungswandlerschaltungen gelegt. Dies betrifft sowohl die Funktionsweise der Schaltungen, die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Schaltungsprinzipien als auch die Besonderheiten der wesentlichen Komponenten wie Halbleiterschalter und passive Bauteile.</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Funktionsprinzipien leistungselektronischer Basistopologien mit und ohne galvanische Isolation erklären,</li> <li>• einfache leistungselektronische Wandler analysieren und die für ein Systemdesign relevanten elektrischen und thermischen Parameter berechnen,</li> <li>• die grundlegenden Eigenschaften verschiedener Schaltungslösungen erklären und diskutieren,</li> <li>• die Vor- und Nachteile verschiedener Bauteiltechnologien in einer leistungselektronischen Schaltung bewerten,</li> <li>• einfache leistungselektronische Wandler entwerfen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>schriftliche Klausur (90 min.), keine Hilfsmittel (außer Taschenrechner) erlaubt   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>[1] Franz Zach: Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-04898-3</p> <p>[2] Schröder D., Marquardt R.: Leistungselektronische Schaltungen. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-662-55324-4</p> <p>[3] Joachim Specovius: Grundkurs Leistungselektronik. Springer-Vieweg, ISBN 978-3-658-03308-8</p>   |

[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 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94902 | <b>Werkstoffverbunde mit Kunststoffen</b><br>Material composites with polymers  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Prof. Dr. Karl Kuhmann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Contents:<br/>The virtual course intents to give an overview on the main tasks of a supply chain manager in an international working environment:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goals and tasks</li> <li>• Methods and tools</li> <li>• International environment</li> <li>• Knowledge and experience of industrial practice</li> <li>• Cutting edge research on SCM</li> </ul> <p>For practical training, 3 additional Case Studies are executed as part of the course.</p> <p>Lehreinheiten / Units:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrated logistics, procurement, materials management and production</li> <li>• Material inventory and material requirements in the enterprise</li> <li>• Strategic procurement</li> <li>• Management of procurement and purchasing</li> <li>• In-plant material flow and production systems</li> <li>• Distribution logistics, global tracking and tracing</li> <li>• Modes of transport in international logistics</li> <li>• Disposal logistics</li> <li>• Logistics controlling</li> <li>• Network design in supply chains</li> <li>• Global logistic structures and supply chains</li> <li>• IT systems in supply chain management</li> <li>• Sustainable supply chain management</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>After having completed this course successfully, the student will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• define the basic terms of supply chain management</li> <li>• understand important procurement methods and strategies</li> <li>• name and classify different stock types and strategies</li> <li>• analyse possibilities for cost reduction in supply chains</li> <li>• know and differentiate central IT systems of supply chain management</li> <li>• explain disposal and controlling strategies</li> <li>• recognise the main issues in international supply networks</li> <li>• know the possibilities of transformation to a sustainable supply chain</li> <li>• assess different modes of transport</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)                                     |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester                                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42918 | <b>Fuel cells and electrolyzers</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Simon Thiele   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Fuel cell (FC) and electrolysis cell (ECs) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application areas</li> <li>• Thermodynamic boundary conditions</li> <li>• Electrochemical basics</li> <li>• Kinetics</li> <li>• Transport processes</li> <li>• State of the art</li> <li>• Characterisation techniques</li> <li>• Open questions and scientific challenges</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Students <ul style="list-style-type: none"> <li>• are able to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry</li> <li>• understand kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions</li> <li>• apply basic knowledge in thermodynamics and general chemistry</li> <li>• are familiar with basic concepts of electrochemical engineering for fuel cells and electrolyzers</li> <li>• can describe thermodynamics, kinetic effects and electrochemical foundations</li> <li>• understand limitations such as kinetic, ohmic or mass transport limitations</li> <li>• have a solid knowledge on the state of the art</li> <li>• know how to experimentally characterize cells</li> <li>• are able to deduce methods to improve cell technologies by analyzing experimental data</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | To succeed in this course, students will need to apply acquired knowledge from e.g. physical chemistry, mathematics and basic electrochemistry.<br>Understanding of kinetics to describe the time dependent concentration changes in chemical reactions should be familiar from physical chemistry classes. Basic knowledge in thermodynamics and general chemistry is beneficial.  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel (120 Minuten)<br>written exam (120 min.)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 75 h<br>Eigenstudium: 75 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>O'hayre, Ryan; Cha, Suk-Won; Prinz, Fritz B.; Colella, Whitney (2016): Fuel cell fundamentals: John Wiley &amp; Sons.</li> </ul> |

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

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | System thinking and integration<br>- Interactions of hardware and software<br>- Engineering design methods<br>Mechanical components<br>- Energy conductors and transformers<br>- Control elements and energy storages<br>Actuators<br>- Electrodynamical and electromagnetic actuators<br>- Fluid actuators and unconventional actuators <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensors for measuring mechanical quantities</li> <li>• Control and information processing</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | On successful completion of this module, students will be able to: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Holistically understand mechatronic systems and optimize them using methods of system integration, control, and information processing.</li> <li>• Grundlegende mechanische Komponenten unterscheiden, charakterisieren, modellieren und im Rahmen des Systementwurfs auswählen und dimensionieren.</li> <li>• Distinguish, characterize, model, and select basic mechanical components to dimension them in terms of system design.</li> <li>• Describe electrodynamic, electromagnetic, fluid power, and unconventional actuators phenomenologically and mathematically to dimension them considering the overall system.</li> <li>• Describe sensors for measuring mechanical quantities phenomenologically and mathematically and dimension them taking into account the overall system.</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |



|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rinderknecht, S. (2018). Einführung in die Mechatronik für den Maschinenbau. Shaker.</li> <li>• Isermann, R. (2007). Mechatronische Systeme: Grundlagen. Springer.</li> <li>• Janocha, H. (Ed.). (2013). Aktoren: Grundlagen und Anwendungen. Springer</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96310 | <b>Image and Video Compression</b><br>Image and video compression                                   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Image and Video Compression (IVC) (4 SWS)<br>Übung: Übung zu Image and Video Compression | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup<br>Anna Meyer   |               |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Multi-Dimensional Sampling</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sampling theorem revisited, 2D sampling, spatiotemporal sampling, motion in 3D sampling</li> </ul> <p><b>Entropy and Lossless Coding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Entropy and information, variable length codes, Huffman coding, unary coding, Golomb coding, arithmetic coding</li> </ul> <p><b>Statistical Dependency</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Joint entropy and statistical dependency, run-length coding, fax compression standards</li> </ul> <p><b>Quantization</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rate distortion theory, scalar quantization, Lloyd-Max quantization, entropy coded scalar quantization, embedded quantization, adaptive quantization, vector quantization</li> </ul> <p><b>Predictive Coding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Lossless predictive coding, optimum 2D linear prediction, JPEG-LS lossless compression standard, differential pulse code modulation (DPCM)</li> </ul> <p><b>Transform Coding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principle of transform coding, orthonormal transforms, Karhunen-Loève transform, discrete cosine transform, bit allocation, compression artifacts</li> </ul> <p><b>Subband Coding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Principle of subband coding, perfect reconstruction property, discrete wavelet transform, bit allocation for subband coding</li> </ul> <p><b>Visual Perception and Color</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anatomy of the human eye, sensitivity of the human eye, color spaces, color sampling formats</li> </ul> <p><b>Image Coding Standards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>JPEG and JPEG2000</li> </ul> <p><b>Interframe Coding</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Interframe prediction, motion compensated prediction, motion estimation, motion compensated hybrid coding</li> </ul> <p><b>Video Coding Standards</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>H.261, H.263, MPEG-1, MPEG-2 / H.262, H.264 / MPEG-4 AVC, H.265 / MPEG-H HEVC</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>veranschaulichen die mehrdimensionale Abtastung und den Einfluss darauf durch Bewegung im Videosignal</li> </ul>  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden und bewerten verschiedene Verfahren zur verlustfreien Codierung von Bild- und Videodaten</li> <li>• verstehen und analysieren Verbundentropie und statistische Abhängigkeiten in Bild- und Videodaten</li> <li>• berechnen skalare und vektorielle Quantisierer nach unterschiedlichen Optimierungsvorgaben (minimaler mittlerer quadratischer Fehler, entropiecodiert, eingebetteter Quantisierer)</li> <li>• bestimmen und evaluieren optimale ein- und zwei-dimensionale lineare Prädiktoren</li> <li>• wenden Prädiktion und Quantisierung sinnvoll in einem gemeinsamen DPCM-System an</li> <li>• verstehen das Prinzip und die Effekte von Transformations- und Teilbandcodierung für Bilddaten einschließlich optimaler Bitzuteilungen</li> <li>• beschreiben die Grundzüge der menschlichen visuellen Wahrnehmung für Helligkeit und Farbe</li> <li>• analysieren Blockschalbilder und Wirkungsweisen hybrider Coder und Decoder für Videosignale</li> <li>• kennen die maßgeblichen internationalen Standards aus ITU und MPEG zur Bild- und Videokompression.</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• visualize multi-dimensional sampling and the influence of motion within the video signal</li> <li>• differentiate and evaluate different methods for lossless image and video coding</li> <li>• understand and analyze mutual entropy and statistical dependencies in image and video data</li> <li>• determine scalar and vector quantization for different optimization criteria (minimum mean square error, entropy coding, embedded quantization)</li> <li>• determine and evaluate optimal one-dimensional and two-dimensional linear predictor</li> <li>• apply prediction and quantization for a common DPCM system</li> <li>• understand the principle and effects of transform and subband coding for image data including optimal bit allocation</li> <li>• describe the principles of the human visual system for brightness and color</li> <li>• analyze block diagrams and the functioning of hybrid coders and decoders for video signals</li> <li>• know the prevailing international standards of ITU and MPEG for image and video compression.</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Modul Signale und Systeme II" und das Modul Nachrichtentechnische Systeme" dringend empfohlen   |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |

|    |   | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                        |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | J.-R. Ohm: Multimedia Communications Technology, Springer-Verlag, 2004          |

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

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Madeleine Flaucher   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Das Modul vermittelt Konzepte, Prinzipien, Modelle, Methoden und Techniken für die effektive Entwicklung von benutzerfreundlichen Mensch-Computer-Schnittstellen. Das Thema moderner Benutzungsschnittstellen wird dabei für klassische Computer aber auch für mobile Geräte, eingebettete Systeme, Automobile und intelligente Umgebungen betrachtet.</p> <p>Die folgenden Themen werden im Modul behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundlagen der Mensch-Computer-Interaktion, historische Entwicklung</li> <li>• Entwurfsprinzipien und Modelle für moderne Benutzungsschnittstellen und interaktive Systeme</li> <li>• Informationsverarbeitung des Menschen, Wahrnehmung, Motorik, Eigenschaften und Fähigkeiten des Benutzers</li> <li>• Interaktionskonzepte und -stile, Metaphern, Normen, Regeln und Style Guides</li> <li>• Ein- und Ausgabegeräte, Entwurfsraum für interaktive Systeme</li> <li>• Analyse-, Entwurfs- und Entwicklungsmethoden und -werkzeuge für Benutzungsschnittstellen</li> <li>• Prototypische Realisierung und Implementierung von interaktiven Systemen, Werkzeuge</li> <li>• Architekturen für interaktive Systeme, User Interface Toolkits und Komponenten</li> <li>• Akzeptanz, Evaluationsmethoden und Qualitätssicherung</li> </ul> <p>Contents:<br/>The module aims to teach basic knowledge of concepts, principles, models, methods and techniques for developing highly user-friendly Human-Computer Interfaces. Beyond traditional computer systems, modern user interfaces are also discussed in the context of automobile and intelligent environments, mobile devices and embedded systems. This module addresses the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the basics of Human-Computer Interaction</li> <li>• Design principles and models for modern user interfaces and interactive systems</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Information processing of humans, perception, motor skills, properties and skills of the users</li> <li>• Interaction concepts, metaphors, standards, norms and style guides</li> <li>• In- and output devices, design space for interactive systems</li> <li>• Analysis-, design- and development of methodologies and tools for easy-to-use user interfaces</li> <li>• Prototypic implementation of interactive systems</li> <li>• Architectures for interactive systems, User Interface Toolkits and components</li> <li>• Acceptance, evaluation methods and quality assurance</li> </ul>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Studierende entwickeln ein Verständnis für Modelle, Methoden und Konzepte der Mensch-Computer-Interaktion.</li> <li>• Sie lernen verschiedene Ansätze für den Entwurf, die Entwicklung und Bewertung von Benutzungsschnittstellen kennen und verstehen deren Vor- und Nachteile.</li> <li>• Die Teilnahme an der Veranstaltung versetzt Studierende in die Lage, einen Entwicklungsprozess in der Mensch-Computer-Interaktion zu verstehen und umzusetzen.</li> <li>• Sie werden weiterhin in die Lage versetzt, dies vor dem Hintergrund der Informationsverarbeitungsfähigkeit, Wahrnehmung und Motorik des Benutzers zu gestalten.</li> <li>• Passende Methoden der Evaluation sowie Akzeptanz- und Qualitätssicherung werden erlernt.</li> </ul> <p>Learning Objectives and Competences:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Students develop an understanding of models, methods and concepts in the field of Human-Computer Interaction.</li> <li>• They learn different approaches for designing, developing and evaluating User Interfaces and their advantages and disadvantages.</li> <li>• Joining the course enables students to understand and execute a development process in Human-Computer Interaction.</li> <li>• Students will be able to do a UI evaluation by learning the basics of information processing, perception and motoric skills of the user.</li> <li>• Appropriate evaluation methods, as well as acceptance and quality assurance aspects, will be learned.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | elektronische Prüfung<br>Electronic exam (in presence), 90min  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | elektronische Prüfung (100%)            |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97322 | <b>Service Quality Engineering –<br/>Dienstleistungsqualität entwickeln (SQE)</b><br>Plastics engineering II            | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Service Quality Engineering -<br>Dienstleistungsqualität entwickeln (2 SWS, SoSe 2025)<br>Blockveranstaltung | -               |
| 3 | Lehrende                         |   |                 |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Alexander Gogoll   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p> *Inhalt: SQE* </p> <p>Service Quality</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition von Dienstleistungen und Dienstleistungsqualität</li> <li>• Bedeutung von Dienstleistungsqualität für den Geschäftserfolg</li> </ul> <p>Service Marketing</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität</li> <li>• Ausgewählte Aspekte des Dienstleistungsmarketings</li> </ul> <p>Service Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgehensmodelle für die Entwicklung von Dienstleistungen</li> <li>• Ausgewählte Methoden für die Gestaltung von Dienstleistungen</li> </ul> <p>Service Management</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung von Dienstleistungsqualität</li> <li>• Total Quality Management für Dienstleistungen</li> </ul>  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><u>Wissen</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasenmodell der Dienstleistungsproduktion kennen.</li> <li>• Grundlegende Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität kennen.</li> <li>• Erfolgsfaktoren für das Management von Dienstleistungssysteme kennen.</li> <li>• Konzept von Produkt-Service-Systemen und der Service Dominant Logic kennen.</li> </ul> <p><u>Verstehen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Gestaltungsdimensionen für Dienstleistungsqualität verstehen</li> <li>• Wichtige Aspekte des Dienstleistungsmarketings als Grundlage für Dienstleistungsinnovationen verstehen</li> </ul> <p><u>Anwenden:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Methoden und Techniken zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen und Dienstleistungsqualität kennen und anwenden können.</li> <li>• Verfahren für Value Proposition Design und Business Modeling kennen und anwenden können.</li> <li>• Strategien und Methoden für Prototyping, Testing und Validation kennen und anwenden können.</li> <li>• Bedeutung von produktbegleitenden und eigenständigen Dienstleistungen für den Geschäftserfolg einschätzen können.</li> </ul> |



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produkte und Dienstleistungen anhand konstitutiver Merkmale abgrenzen können.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 2 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96065 | <b>Next Generation Mobile Communication Systems:<br/>5G-Advanced and 6G</b>         | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Next Generation Mobile Communication Systems: 5G-Advanced and 6G (2 SWS) | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker<br>Dr. Stefan Brück                              |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr. Stefan Brück<br>apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Mobile communication plays a significant role in our daily life. Over the last three decades the mobile applications have been tremendously enhanced from voice only over mobile broadband to applications for the mobile internet. Currently, the next generation of cellular systems, the so-called 5th Generation (5G) is developed and first commercial 5G networks are expected to be deployed around mid of 2019. 5G will play an outstanding role for the Internet of Things and will redefine a wide range of industries by enabling new use cases. This lecture will provide the technical foundation of 4G (LTE) and 5G mobile communication systems with a focus on the radio access network and the PHY &amp; MAC layer concepts.</p>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>learn the technical history of mobile communications from 2nd (GSM), 3rd (UMTS), 4th (LTE) to the 5th (5G New Radio) Generation</li> <li>understand the system and radio access network architecture of modern cellular communications systems and their enhancements towards 5G</li> <li>compare the physical layer design of LTE and 5G New Radio</li> <li>discuss how 5G networks are designed to address a wide range of diverse services and devices</li> <li>analyze enhanced radio resource management concepts for use cases like cellular V2X (Vehicle-to-Everything) and NB-IoT (Narrowband Internet of Things)</li> </ul> <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erfahren die technische Geschichte der Mobilkommunikation von der 2. (GSM), 3. (UMTS), 4. (LTE) bis zur 5. Generation (5G New Radio)</li> <li>verstehen die System- und Funkzugangnetzarchitektur moderner zellulärer Kommunikationssysteme und ihre Verbesserungen bei 5G</li> <li>vergleichen das Design der physikalischen Übertragungsschicht von LTE und 5G New Radio</li> <li>diskutieren, wie 5G-Netze für eine breite Palette unterschiedlicher Dienste und Geräte konzipiert sind</li> <li>analysieren verbesserte Funkressourcenverwaltungskonzepte für Anwendungsfälle wie zellulare V2X (Vehicle-to-Everything)</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | Kommunikation und das NB-IoT (Schmalband-Internet der Dinge)   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>The examination is a 30-minute oral exam. The examination language is English.                                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Lecture Notes 4G/5G Mobile Communication Systems   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92372 | <b>Autonomous Systems: From Research to Products</b><br>Autonomous systems: From research to products   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         |   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 20 h<br>Eigenstudium: 55 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch oder Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

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

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr. Christian Herglotz   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Menschliches Sehen<br/>Sichtfeld und Fovea<br/>Dynamic Range<br/>Stereoskopie<br/>Eigenschaften der Lichtfeldfunktion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Helligkeit</li> <li>• 3D und Tiefe</li> <li>• Farben</li> <li>• Räumliche und zeitliche Auflösung</li> </ul> <p>Energieeffizienz in der Videokommunikation.<br/>Content:<br/>Human Vision<br/>Field of view and fovea<br/>Dynamic Range<br/>Stereoscopy<br/>Properties of the light field function</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brightness</li> <li>• 3D and depth</li> <li>• Colors</li> <li>• Spatial and temporal resolution</li> </ul> <p>Energy efficiency in video communications</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• give an overview on basic properties of the human visual system</li> <li>• know and explain all hardware and software components necessary to perform video capturing, processing, and display.</li> <li>• describe differences and properties of video formats such as fisheye, 360°, or high dynamic range</li> <li>• distinguish video formats and discuss advantages and disadvantages</li> <li>• show real-time demonstrations of these video formats with common portable devices</li> <li>• assess the quality and the compression performance of video formats</li> <li>• come up with new strategies to improve processing algorithms like stitching or compression.</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>Mündliche Prüfung von 30 min Dauer  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester<br>Die Prüfung wird noch angeboten jedoch nicht mehr die Vorlesung.   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Literaturhinweise werden in der Vorlesung gegeben.<br>References for further reading will be given in the lecture.                        |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97329 | <b>Robust Design und Toleranzmanagement</b><br>Robust design and tolerance management | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Robust Design und Toleranzmanagement (2 SWS)                               | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Stefan Götz  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Stefan Götz  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Einführung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation Toleranzmanagement</li> <li>• Abgrenzung Toleranzmanagement - Robust Design</li> <li>• Begriffseinordnung</li> </ul> <p><b>Robust Design</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Einteilung, Strukturierung</li> <li>• Konzeptuelles Robust Design - System Design</li> <li>• Gestaltungsprinzipien</li> <li>• Grundlagen der Versuchsplanung</li> <li>• Parameter Design</li> <li>• Tolerance Design</li> </ul> <p><b>Toleranzmanagement</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen, Begriffsdefinition, zeitliche Verortung der Aktivitäten</li> <li>• Toleranzspezifikation</li> <li>• Normung ISO GPS</li> <li>• Toleranzanalyse</li> <li>• Toleranzsynthese und -optimierung</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>Die Studierenden</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kennen die Begriffe im Umfeld des Toleranzmanagements und Verstehen dessen Bedeutung</li> <li>• Verstehen die Unterschiede und Zusammenhänge zwischen Toleranzmanagement, Robust Design und Qualitätsmanagement und können selbstständig geeignete Methoden auswählen</li> <li>• Kennen die Prinzipien des Robust System Design und können diese zielgerichtet anwenden, um die Robustheit zu verbessern</li> <li>• Verstehen die Prozesse zur Toleranzspezifikation, kennen die zugehörigen Normen und können diese sicher anwenden</li> <li>• Können auch bei komplexen Bauteilen selbstständig ein neues Tolerierungskonzept entwickeln</li> <li>• Kennen verschiedene Möglichkeiten der Toleranzanalyse, können diese zielgerichtet wählen und selbstständig umsetzen</li> <li>• Können tolerierte Baugruppen analysieren bzw. virtuell absichern, die Ergebnisse interpretieren und bei der Toleranzsynthese berücksichtigen</li> <li>• Kennen die Möglichkeiten der Toleranzsynthese und -optimierung und können selbstständig geeignete Toleranzen erarbeiten</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                   |  |                      |
|---|-----------------------------------|--|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>713618 | <b>Computer vision</b>   | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Übung: Computer Vision Exercise (2 SWS)<br>Vorlesung: Computer Vision (2 SWS)                  | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Vanessa Klein<br>Muhammad Sohail<br>Prof. Dr. Tim Weyrich<br>Prof. Dr. Bernhard Egger |                      |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Tim Weyrich  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | This lecture discusses important algorithms from the field of computer vision. The emphasis lies on 3-D vision algorithms, covering the geometric foundations of computer vision, and central algorithms such as stereo vision, structure from motion, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. Participants of this advanced course are expected to bring experience from prior lectures either from the field of pattern recognition or from the field of computer graphics.  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Vorlesung stellt eine Auswahl von Methoden aus dem Gebiet der Computer Vision vor, die in dem Feld eine zentrale Stellung einnehmen. In den Übungen implementieren und evaluieren die Studierenden selbständig diese Methoden. Die Studierenden arbeiten die ganze Zeit über an populären Computer Vision-Methoden wie zum Beispiel Stereosehen, optischer Fluss und 3D-Rekonstruktion aus mehreren Ansichten. Für diese Probleme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Studierenden perspektivische Projektion, Rotationen und verwandte geometrische Grundlagen,</li> <li>• erklären die Studierenden die behandelten Methoden,</li> <li>• diskutieren die Studierenden Vor- und Nachteile verschiedener Modalitäten zur Erfassung von 3D-Informationen,</li> <li>• implementieren die Studierenden einzeln und gemeinschaftlich in Kleingruppen Code,</li> <li>• entdecken die Studierenden optimale Vorgehensweisen in der Datenaufnahme,</li> <li>• erkunden und bewerten die Studierenden unterschiedliche Möglichkeiten für die Evaluation,</li> <li>• diskutieren und präsentieren die Gruppenarbeiter in Gruppen die Vor- und Nachteile ihrer Implementierungen,</li> <li>• diskutieren und reflektieren die Studierenden gesellschaftliche Auswirkungen von Anwendungen des 3D-Rechnersehens.</li> </ul> <p>The lecture introduces computer vision algorithms that are central to the field. In the exercises, participants autonomously implement and evaluate these algorithms. The participants work throughout the time on popular computer vision algorithms, like for example stereo vision, optical flow, and 3-D multiview reconstruction. For these problems, the participants</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe perspective projection, rotations, and related geometric foundations,</li> <li>• explain the presented methods,</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss the advantages and disadvantages of different modalities for acquiring 3-D information,</li> <li>• implement individually and in small groups code,</li> <li>• discover best practices in data acquisition,</li> <li>• explore and rank different choices for evaluation,</li> <li>• discuss and present in groups the advantages and disadvantages of their implementations,</li> <li>• discuss and reflect the social impact of applications of computer vision algorithms.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (90 Minuten)<br>Dieses Modul wird mit einer Klausur (90 Minuten) geprüft.<br>The form of examination is a written exam of 90 minutes.  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Richard Szeliski: "Computer Vision: Algorithms and Applications", Springer 2011.  |

|   |                                   |  |                 |
|---|-----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>669700 | <b>Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte</b><br>Introduction to patent law and related rights | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Einführung in das Patentrecht und verwandte Schutzrechte (2 SWS)                                      | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Benedict Rothhammer<br>Jan Kopatsch<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Sebastian Mooser               |                 |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92535 | <b>Robotics 2</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Knut Graichen<br>Dr.-Ing. Andreas Völz   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>This lecture introduces advanced methods of robotics with a focus on manipulator control. The course covers the following topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamics: Euler-Lagrange formulation, recursive Newton-Euler algorithm, extensions of the dynamical model</li> <li>• Nonlinear control: Lyapunov stability, gravity compensation, inverse dynamics, adaptive control, task space control</li> <li>• Motion planning: Time-optimal trajectory generation, collision checking, configuration space, local path planning, global path planning</li> <li>• Mobile robots: Basics of control and planning</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• derive the dynamical model of a robotic manipulator using the Euler-Lagrange equations and the recursive Newton-Euler algorithm</li> <li>• design and implement nonlinear methods for robot motion and force control and analyze their stability using Lyapunov theory</li> <li>• plan collision-free motions for robots in known environments using local and global planning algorithms</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended prior knowledge: Basics of advanced mathematics, control theory and robotics  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |  |

|    |                          |  |
|----|--------------------------|--|
| 16 | <b>Literaturhinweise</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>• M. Spong, S. Hutchinson und M. Vidyasagar: Robot Modeling and Control. Wiley, 2005.</li><li>• B. Siciliano, L. Sciacicco, G. Oriolo und L. Villani: Robotics Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.</li><li>• J. Craig: Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2018.</li><li>• S. LaValle: Planning algorithms, Cambridge University Press, 2006.</li></ul> |
|----|--------------------------|--|

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>64620 | <b>Numerik I für Ingenieure</b><br>Numerics for engineers I   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Michael Fried<br>apl. Prof. Dr. Wilhelm Merz   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementare Numerik: Direkte und iterative Lösungsverfahren bei linearen Gleichungssystemen, Interpolation mit Newton-Polynomen und Splines, Quadratur mit Newton-Côtes-Formeln, Extrapolation nach Romberg</li> <li>• Numerik gewöhnlicher Differentialgleichungen: Verschiedene Runge-Kutta Methoden als Einschrittverfahren, Konsistenz, Stabilität- und Konvergenzaussage, Mehrschrittverfahren</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden lernen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene numerische Methoden zur Lösung linearer Gleichungssysteme</li> <li>• verschiedene Methoden zu beurteilen</li> <li>• Interpolationstechniken und Güte der Approximation</li> <li>• grundlegende Quadraturverfahren und die Beurteilung solcher</li> <li>• grundlegende Diskretisierungsmethoden bei gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>• Beurteilung dieser Methoden und Verfahren</li> <li>• algorithmische Umsetzung o.g. Verfahren als Grundlage für Computer-Codes</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Kurse Mathematik für Ingenieure I, II und III  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch<br>Englisch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Skripte des Dozenten</li> </ul>   |  |



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

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Christoph Hahn<br>Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction: Security and sustainability of energy supply</li> <li>• Trends in direct and alternating current transmission: EHV &amp; UHV</li> <li>• Transmission solutions with HVDC and FACTS</li> <li>• Basics of FACTS Flexible AC Transmission Systems</li> <li>• Basics of HVDC High Voltage Direct Current Transmissions</li> <li>• VSCs for Transmission and Specials Grids Basics &amp; Applications</li> <li>• Power Electronics for Distribution and Industrial Systems</li> <li>• Efficiency of electrical power supply</li> <li>• Projects, studies and applications</li> <li>• New trends in VSCs, drives, GIS/HIS, GIL, storage, H2 and HTSC</li> </ul>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the power electronic components for the application in 3-phase ac systems,</li> <li>• analyse the scheme of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems</li> <li>• analyse the performance of the most important electric plants with power electronics in 3-phase ac systems</li> <li>• analyse the control strategies of different technologies of high-voltage direct current transmission (HVDC) and Flexible AC Transmission Systems (FACTS)</li> <li>• apply calculation methods for design and optimisation of power electronic systems</li> <li>• evaluate the potential of power electronic systems for efficiency improvement</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>Die Prüfung erfolgt schriftlich (Klausur, 90 min lang).  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)        |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                   |  |                      |
|---|-----------------------------------|--|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>901895 | <b>Deep Learning</b><br>Deep learning                            | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung: Deep Learning (2 SWS)<br>Übung: DL E (2 SWS)          | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier<br>Zijin Yang<br>Alexander Barnhill |                      |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.<br/>This lecture introduces the core elements of neural networks and deep learning, it comprises:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (multilayer) perceptron, backpropagation, fully connected neural networks</li> <li>• loss functions and optimization strategies</li> <li>• convolutional neural networks (CNNs)</li> <li>• activation functions</li> <li>• regularization strategies</li> <li>• common practices for training and evaluating neural networks</li> <li>• visualization of networks and results</li> <li>• common architectures, such as LeNet, Alexnet, VGG, GoogleNet</li> <li>• recurrent neural networks (RNN, TBPTT, LSTM, GRU)</li> <li>• deep reinforcement learning</li> <li>• unsupervised learning (autoencoder, RBM, DBM, VAE)</li> <li>• generative adversarial networks (GANs)</li> <li>• weakly supervised learning</li> <li>• applications of deep learning (segmentation, object detection, speech recognition, ...)</li> </ul> <p>The accompanying exercises will provide a deeper understanding of the workings and architecture of neural networks.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the different neural network components,</li> <li>• compare and analyze methods for optimization and regularization of neural networks,</li> <li>• compare and analyze different CNN architectures,</li> <li>• explain deep learning techniques for unsupervised / semi-supervised and weakly supervised learning,</li> <li>• explain deep reinforcement learning,</li> <li>• explain different deep learning applications,</li> <li>• implement the presented methods in Python,</li> <li>• autonomously design deep learning techniques and prototypically implement them,</li> <li>• effectively investigate raw data, intermediate results and results of Deep Learning techniques on a computer,</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• autonomously supplement the mathematical foundations of the presented methods by self-guided study of the literature,</li> <li>• discuss the social impact of applications of deep learning applications.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Written exam, 90 min.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville: Deep Learning. MIT Press, 2016.</li> <li>• Christopher Bishop: Pattern Recognition and Machine Learning, Springer Verlag, Heidelberg, 2006</li> <li>• Yann LeCun, Yoshua Bengio, Geoffrey Hinton: Deep learning. Nature 521, 436444 (28 May 2015)</li> </ul> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92355 | <b>Communications systems design</b>  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 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 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction</li> <li>• Analogue-Digital Balance</li> <li>• Software Defined Radio</li> <li>• ADC/DAC Converter Performance Metrics and their evolution over time</li> <li>• Signal Distortion mechanisms and metrics (IP3, EVM, ACPR, Spectral mask, wideband noise, reverse intermod)</li> <li>• Impairment modelling</li> <li>• System Complexity Analysis for Mixed Signal Systems</li> <li>• Transceiver architectures, design and analysis</li> <li>• Chained Noise figures and IP3 figures</li> <li>• Dynamic Range in RX and TX, Automatic Gain Control in RX and power control in TX</li> <li>• Synchronous versus asynchronous Architectures (RF DAC, PLM)</li> <li>• Challenges by Duplex operation, FDD, TDD, same frequency, TX-RX</li> </ul> <p>isolation, transmitter leakage cancelation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Simulation techniques (HB, Transient, Circuit Envelope)</li> <li>• Power Amplifier Systems, Amplifier architectures, Vector quantised PA, Class-S, DSM, PWM</li> <li>• Amplifier linearization, digital predistortion</li> <li>• MIMO Architectures</li> <li>• Implementation of Active Antenna Arrays, calibration</li> <li>• Spectrum Engineering</li> <li>• Physical Layer definition in light of implementation challenges</li> </ul> <p>The exercise will be conducted based on PC and USRP Software Defined Radios. National Instruments Labview Comsuite Toolbox will be used for designing and studying Communication Systems.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• can compare key performance indicators of alternative transceiver architectures</li> <li>• can construct the line up with TX and RX</li> <li>• can formulate requirements for transceivers</li> <li>• can gauge isolation between TX and RX</li> <li>• can choose a power amplifier class based on requirements</li> <li>• can rate physical layer properties</li> <li>• can assess complexity in analogue and digital domain</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• can plan a simulation strategy for analysing transceivers - can categorise transceiver architectures for single or multiple antennas</li> <li>• Can develop a predistortion system for power amplifiers</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>The form of examination is an oral exam of 30 minutes.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Ralf Rudersdorfer, Radio Receiver Technology: Principles, Architectures and Applications, Wiley, 2014</p> <p>Frank Ellinger, Radio Frequency Integrated Circuits and Technologies, Springer, 2008</p> <p>Abbas Mohammadi und Fadhel M. Ghannouchi, RF Transceiver Design for MIMO Wireless Communications, Springer, 2012</p> |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Martin März  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektronen- und Kernspin, Spinmanipulation und Elektronenfallen</li> <li>• Informationsdarstellung und -verarbeitung mittels des magnetischen Moments von Elektronen</li> <li>• Spinor-Wellenfunktionen und das Verschränken („Entanglement“) von Quantenzuständen</li> <li>• Q-Bits und Q-Gatter; Quantenalgorithmen (Shor-Algorithmus)</li> <li>• Emulation von Quantenalgorithmen auf von-Neumann-Architekturen</li> <li>• IBM-Konzept eines Quantencomputers basierend auf organischen Molekülen</li> <li>• Silizium-Germanium-basierte Heterostrukturen für das „Quantum Computation“</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | 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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen werden Kenntnisse wie sie z.B. in <i>Halbleiterbauelemente</i> vermittelt werden sowie Kenntnisse aus <i>Halbleitertechnik I – Bipolartechnik (HL I)</i> . Das Modul wird u.a. als Vertiefungsmodul der Studierichtung Mikroelektronik (EEI) angeboten. Die Vorlesung wird jeweils im Sommersemester (ab SS23) angeboten.  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit<br>hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im<br>Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96700 | <b>Angewandte Elektromagnetische Verträglichkeit</b><br>Applied electromagnetic compatibility   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Jeannette Konhäuser<br>Dr.-Ing. Daniel Kübrich   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Es werden die Lerninhalte der Vorlesungen Elektromagnetische Verträglichkeit und EMV-Messtechnik mithilfe von Fallstudien vertieft. Zu diesem Zweck werden verschiedene handelsübliche Geräte unter EMV-Gesichtspunkten analysiert. Die erzeugten Emissionen werden messtechnisch erfasst, mit vorgeschriebenen Grenzwerten verglichen und die durchgeführten Entstörmaßnahmen werden im Hinblick auf ihren Aufwand und ihre Wirksamkeit diskutiert. |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Ursachen für die Entstehung der EMV-Probleme zu bewerten,</li> <li>• Probleme bei den EMV-Messungen zu analysieren und Lösungen zu deren Behebung zu entwickeln,</li> <li>• geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Störpegel und zur Erhöhung der Störfestigkeit zu entwickeln.</li> </ul>                           |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Voraussetzung: Modul EMV   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)<br>Mündliche Prüfung, 30 min. Dauer  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)<br>100% der mündlichen Prüfung   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |  |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43405 | <b>Introduction to Deep Learning</b><br>Introduction to deep learning   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Vasileios Belagiannis  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>The students will learn the basics in <i>deep learning</i>, including <b>classical neural network models</b> and recent architectures. The students will acquire knowledge on processing different types of data with deep neural networks. In the exercises, the students will implement some of the standard models for classification or regression tasks and acquire knowledge on machine learning applications.</p> <p>The lecture topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Learning from data, machine learning and deep learning</li> <li>• Machine learning principles</li> <li>• Artificial neural networks</li> <li>• Convolutional neural networks</li> <li>• Back-propagation</li> <li>• Network optimization</li> <li>• Initialisation, regularisation</li> <li>• Deep network architectures</li> <li>• Generative models</li> <li>• Auto-encoders</li> <li>• Sequential models</li> <li>• Deep learning applications</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students will learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Machine learning theory</li> <li>• Artificial neural networks</li> <li>• Deep neural networks</li> <li>• Modern architectures</li> <li>• Model and parameter learning</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge of higher mathematics and programming  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Schriftliche Prüfung von 90min Dauer   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |

|    |   |   |   |
|----|---|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester                   |   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h |   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                              |   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., &amp; Bengio, Y. (2016). Deep learning.</li> <li>• Rojas, R. (2013). Neural networks: a systematic introduction.</li> <li>• Friedman, J., Hastie, T., &amp; Tibshirani, R. (2001). The elements of statistical learning.</li> </ul> |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Grundlagen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkkanaleigenschaften</li> <li>• Modellierung</li> <li>• Modulation, Codierung, Vielfachzugriff</li> </ul> <p>Fahrzeugkommunikationssysteme:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übertragungssysteme für die Fahrassistenz</li> <li>• Car-to-Car und Car-to-X-Kommunikation</li> <li>• Breitbandige In-Car-Datenübertragung</li> </ul> <p>Fahrzeugsensorik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fahrzeugortung (lokal und global)</li> <li>• Automobilradar und Umfeldüberwachung</li> <li>• Sensorische Erfassung von Bioparametern im Fahrzeug</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden sind nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relevante Funkkanaleigenschaften und Modelle für spezifische Anwendungs- und Betriebsszenarien zu klassifizieren</li> <li>• Modulationstechniken zu erläutern und zu bewerten</li> <li>• Moderne Codierungs- und Vielfachzugriffstechniken zu erläutern</li> <li>• Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugkommunikationssystemen zu erläutern und zu analysieren</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Architekturen und Anwendungen von Fahrzeugsensoriksystemen zu erläutern und zu analysieren</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |                |
|---|----------------------------------|--|----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47598 | <b>Algorithms, programming, and data representation</b>  | <b>10 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br><br>No. Lectures will be hybrid and recorded. Tutorials and Q&A will be on the MS Teams Module Lab queue. |                |
| 3 | Lehrende                         | -  |                |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Bernhard Kainz  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>The lecture Algorithms, programming, and data representation is aimed at students with tech and math background and is one of the basic lectures in the field of computer science. In addition to an introduction to fundamental algorithms, (object-oriented) programming in Python, various data structures such as linked lists, trees and graphs are covered. Algorithms include recursion, sorting methods and graph algorithms, as well as O notation of algorithms.</p> <p>Topics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programming and computing basics</li> <li>• Data structures</li> <li>• Object orientation</li> <li>• Python basic knowledge</li> <li>• Computational Complexity</li> <li>• Basic algorithms</li> </ul> <p>Students will solve object-oriented programming tasks in the Python programming language illustrate program structures with the help of a subset of the Unified Modelling Language compare the efforts of different algorithms in terms of runtime and memory requirements implement basic combinatorial algorithms, especially search and sort algorithms, binary trees and basic graph algorithms understand and use recursion as a link between mathematical problem descriptions and programming implementation translate recursive problem descriptions into iterative ones plan and process programming tasks in such a way that they are completed on time.</p> <p>Syllabus: (L - lecture, C - coursework, T - tutorial)<br/> L01 Motivation and Logistics L02 Introduction: What does a Computer do<br/> C01 Explore local Anaconda and Google Colab<br/> L03 Data Representation and Boolean Algebra<br/> L04 Floating Point numbers<br/> T01 Organization and Boolean Algebra<br/> C02 Number Representations and Boolean Algebra in Python</p> |  |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
|   |                                  | <p>L05 Memory Organisation<br/> L06 Branching and Iterations<br/> T02 Number Representations and Boolean Algebra<br/> C03 Branching and Iterations</p> <p>L07 Decomposition, Abstraction, and Functions, Tuples, Lists, etc.<br/> L08 Recursion and Dictionaries<br/> T03 Memory Organisation<br/> C04 Recursion and Dictionaries</p> <p>L09 Testing, Debugging, Exceptions, and Assertions<br/> L10 Object Oriented Programming<br/> T04 Decomposition, Abstraction, and Functions<br/> C05 Testing, Debugging, Exceptions, and Assertions</p> <p>L11 Classes and Inheritance<br/> L12 Program efficiency I<br/> T05 Recursion<br/> C06 Classes and Inheritance</p> <p>L13 Program efficiency II<br/> L14 Searching and Sorting<br/> T06 Object Oriented Programming<br/> C07 Searching and Sorting</p> <p>L15 Version management and git<br/> L16 API and Libraries<br/> T07 Program efficiency<br/> C08 APIs and Libraries</p> <p>L18 Graphs and graph algorithms<br/> L19 Bellman-Ford<br/> T08 Searching and Sorting<br/> C09 Searching and Sorting</p> <p>L20 Dijkstra<br/> L21 Graphs and Trees<br/> T09 Graphs and Trees<br/> C10 Graphs and Trees</p> <p>L21 Dynamic Programming<br/> L22 Hashtables<br/> T10 Hashtables<br/> C11 Hashtables</p> <p>R01 Revision Q&amp;A<br/> R02 Revision Q&amp;A</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>organize themselves independently into groups and coordinate the organizational and technical process of group work in consultation with each other</li> </ul>   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• communicate and jointly develop solutions for theoretical questions and practical programming tasks within the framework of group tasks</li> <li>• plan and apply targeted measures for mutual quality assurance of the submitted solutions (check each other's group submissions)</li> <li>• jointly take responsibility for the result of their group work, the evaluation of which applies equally to both group partners</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Übungsleistung<br>Klausur (120 Minuten)<br>Graded examination achievement (Prüfungsleistung): Written examination (120 min)<br>Ungraded course achievement (Studienleistung): weekly submission of exercises; at least 50% of total points required to pass  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Klausur (100%)<br>Written examination (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 120 h<br>Eigenstudium: 180 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• John V. Guttag: Introduction to Computation and Programming Using Python, third edition: With Application to Computational Modeling: With Application to Computational Modeling and Understanding Data</li> <li>• Cormen TH, Leiserson CE, Rivest RL, Stein C. Introduction to algorithms. MIT press; 2022 Apr 5.</li> <li>• Sedgewick R, Wayne K. Algorithms: Part I. Addison-Wesley Professional; 2014 Feb 1.</li> </ul>              |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke<br>Dr.-Ing. Alexander Kühl  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen zu elektrischen Maschinen</li> <li>• Weichmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Hartmagnetische Werkstoffe</li> <li>• Wickeltechnik</li> <li>• Isolationstechnologien</li> <li>• Statorprüfung</li> <li>• Produktion und Endmontage elektrischer Maschinen</li> <li>• Produktion elektrischer Maschinen für Traktionsantriebe</li> <li>• Spezielle Anwendungsfelder des Elektromaschinenbaus</li> <li>• Recycling elektrischer Maschinen</li> <li>• Elektronik im Elektromaschinenbau</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis von Bauarten, Einsatzfelder, Nutzen, Leistungsfähigkeit und technischen Neuerungen elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis von Aufbau, Einzelkomponenten und Materialien elektrischer Antriebe</li> <li>• Kenntnis der Einzelprozesse zur Produktion elektrischer Antriebe</li> <li>• Beherrschung von Methoden und Werkzeugen zur Planung, Inbetriebnahme, Betrieb und Optimierung von Produktionsketten für elektrische Antriebe</li> </ul> |  |



|    |  |  |
|----|--|--|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br>Klausur, 60 Minuten  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Tzscheutschler - Technologie des Elektromaschinenbaus<br><br>Jordan - Technologie kleiner Elektromaschinen   |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95360 | <b>Lasersystemtechnik I: Hochleistungslaser für die Materialbearbeitung: Bauweisen, Grundlagen der Strahlführung und –formung, Anwendungen</b><br>Laser system technology I: High-power lasers for material processing: designs, basics of beam guidance and shaping, applications | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.  |                 |
| 3 | Lehrende                         | -  |                 |

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Peter Hoffmann   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Weltmarkt für Lasersysteme, Strahlquellen und deren Anwendung in der Materialbearbeitung</li> <li>• Grundlagen zur Ausbreitung und Fokussierung von Laserstrahlung</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen für Strahlquellen, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen</li> <li>• Festkörper-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Bauformen, Strahlführung über Lichtleitkabel, Strahlformung, Anlagenbeispiele, Anwendungen</li> <li>• Hochleistungsdioden-Lasieranlagen: Strahlerzeugung, Strahlführung und formung, Anlagenbeispiele, Anwendungen</li> <li>• Neuere Entwicklungen bei Strahlquellen und Laseranlage</li> <li>• Introduction: Global Market for Laser Systems, Beam Sources and their application in material processing</li> <li>• Fundamentals of Propagation and Focussing of laser radiation</li> <li>• CO<sub>2</sub>-Laser Systems: Beam Generation, design of beam sources, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications</li> <li>• Solid-State-Laser Systems: Beam Generation, design, beam guidance via light conducting cable, beam shaping, examples of systems, Applications</li> <li>• High-Power-Diode-Laser Systems: Beam Generation, beam guidance and shaping, examples of systems, Applications</li> <li>• Novel developments in beam sources and Laser Systems</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | 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 CO <sub>2</sub> -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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 20   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |          |
|---|----------------------------------|---|----------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97283 | <b>Lasersystemtechnik II: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik</b><br>Laser system technology II: Laser safety, integration of lasers in machines, control and automation technology | 2,5 ECTS |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Lasersicherheit, Integration von Lasern in Maschinen, Steuerungs- und Automatisierungstechnik (2 SWS)  | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Peter Hoffmann  |          |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Peter Hoffmann  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 1.Programmierung von Laseranlagen, Führungsverhalten<br>2.Erzeugung von Verfahrbefehlen und deren Umsetzung in eine Vorschubbewegung<br>3.Kommunikationstechniken für die Steuerung und Automatisierung von Laseranlagen<br>4.Neuere Entwicklungen für Laserroboter"<br>5.Spanntechnik für das Laserstrahlschneiden<br>6.Spanntechnik für das Laserstrahlfügen<br>7.Sicherheit von Laseranlagen<br>Exkursion zur ERLAS GmbH   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | 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  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (20 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

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

|   |                                  |  |
|---|----------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>Ziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewusstseins-schärfung bezüglich der Auswirkungen der Digitalisierung auf die produzierende Industrie</li> <li>• Verständnis von Geschäftstreibern, technischen Möglichkeiten und deren Wechselwirkungen in der produzierenden Industrie</li> <li>• Vermittlung Branchen- und Domänen-übergreifender Prozesse und Methoden in der produzierenden Industrie</li> </ul>   |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>Die Vorlesung ist auf Basis der folgenden Leitlinien aufgebaut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Methodische und konsequente Trennung der Diskussion von Problemperspektive, konzeptioneller Lösungsperspektive und technischer Umsetzungsperspektive</li> <li>• Umfassendes Gesamtverständnis bezüglich der oft sehr vielschichtigen wirtschaftlichen und technischen Zusammenhänge (zu Lasten eines tiefen technischen Detaildiskussion)</li> <li>• Betonung des für einen Anwender gestifteten (geschäftlichen) Nutzens und der möglichen Alleinstellungsmerkmale für einen Standort Deutschland</li> </ul> <p>Die Studierenden sind nach Besuch der Lehrveranstaltung in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die kontroversen und vielschichtigen Diskussionen im Umfeld der Digitalisierung in der Produzierenden Industrie in einen konsistenten Gesamtkontext einzuordnen</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand repräsentativer Beispiele den Unterschied zu verstehen zwischen dem aktuellen Stand der Technik und Forschung sowie den durch Industrie 4.0 postulierten Innovationshypothesen</li> <li>• 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</li> </ul> <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 35 h<br>Eigenstudium: 40 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

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

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung der Mechatronik im Werkzeugmaschinenbau</li> <li>• Grundlegende Begrifflichkeiten mit Bezug auf den Werkzeugmaschinenbau zu den Themen Mechanik, Elektrotechnik und Software</li> <li>• Analyse, Modellierung und Regelung von Werkzeugmaschinen</li> <li>• CNC-Steuerungstechnik für die Werkzeugmaschine</li> <li>• Parallelkinematik-Maschinen</li> <li>• Evolution der Drehmaschinen</li> <li>• Vertikale und horizontale IT-Integration</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wesentliche mechatronische Komponenten der Werkzeugmaschine zu benennen und zu erläutern.</li> <li>• Modellversuche zur elektrischen Antriebstechnik durchzuführen.</li> <li>• eine analytische Vorgehensweise zur regelungstechnischen Modellbildung anzuwenden.</li> <li>• Regelungstechnische Möglichkeiten der elektrischen Antriebstechnik darzustellen.</li> <li>• die CNC Verfahrenskette vom CAD-Geometriemodell zur Werkzeugposition zu erklären.</li> <li>• Konsequenzen alternativer Maschinenkonzepte (Parallelkinematiken, modulare Maschinen) zu erläutern.</li> <li>• Werkzeugmaschinen als IT-Komponenten (horizontale und vertikale Integration und Kommunikation) darzustellen.</li> <li>• Mechatronische Systeme im allg. Maschinenbau anzuwenden und die Konzepte der Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen zu übertragen.</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |



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

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95350 | <b>Mechatronische Systeme im Maschinenbau II</b><br>Mechatronic systems in mechanical engineering II | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Mechatronische Systeme im Maschinenbau II (2 SWS)   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Eva Russwurm<br>David Kunz<br>Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm                             |                 |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Siegfried Russwurm   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | Aktuelle Innovationsthemen der Mechatronik am Beispiel Werkzeugmaschine: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services</li> <li>• Integrierte, softwarebasierte Sicherheitstechnik</li> <li>• Simulationswerkzeuge zur Optimierung von Entwicklung und Einsatz von Werkzeugmaschinen</li> </ul> Mechatronische Systeme im allgemeinen Maschinenbau:<br>Übertragung der Konzepte d. Werkzeugmaschine auf andere Maschinenbau-Applikationen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Druckmaschinen als Beispiel modularer Maschinenkonzepte</li> <li>• Kunststoffmaschinen als Beispiel für kombinierte Bewegungs- und Prozessführung</li> <li>• Mechatronische Systeme in der medizinischen Bildgebung (Exkursion)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Nach Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektronische Sicherheitstechnik in mechatronischen Systemen darzustellen und zu erläutern.</li> <li>• mechatronische Systemoptimierung für NC-gesteuerte Werkzeugmaschinen durch steuerungs-basierte Kompensation durchzuführen.</li> <li>• mechatronische Systemoptimierung durch Simulation durchzuführen.</li> <li>• Condition Based Maintenance als Beispiel für Internet-based Manufacturing Services zu erklären.</li> <li>• eine mechatronische Analyse unterschiedlicher Maschinen durchzuführen.</li> <li>• Anforderungen von mechatronischen Systemen zu bestimmen und sie zu entwickeln.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |

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

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97086 | <b>Gießereitechnik 1</b><br>Casting technology 1 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Gießereitechnik 1 (6 SWS)   | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller                  |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sebastian Müller  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Grundlagen der Gießereitechnik</li> <li>• Gusslegierungen und Legierungselemente</li> <li>• Gießverfahren mit Dauerformen: Druckguss, Thixomolding</li> <li>• Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> <li>• Feinguss unter Einbeziehung additiver Verfahren</li> <li>• Kopplung von Prozess- und Bauteileigenschaften</li> <li>• Gieß- und bearbeitungsgerechtes Konstruieren</li> <li>• Advanced Technologies im Bereich Gießereitechnik</li> <li>• Ansätze für nachhaltigere Gießereiverfahren/ Gussbauteile</li> <li>• Qualitätssicherung und Prüfverfahren von Gussbauteilen</li> <li>• Fügetechnik von Gussbauteilen</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <p>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.</p> <p>Die zu vermittelnden Kenntnisse sind im Einzelnen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Wissen über die Nomenklatur, Unterteilung und Hauptgruppen von Aluminiumlegierungen sowie den Einflüssen bestimmter Legierungselemente und industriell üblicher Legierungen für bestimmte Anwendungsfelder.</li> <li>• Wissen über Abläufe und Anpassungsmöglichkeiten des Druckguss- und Thixomolding-Verfahrens im Hinblick auf verfahrenstechnische Besonderheiten (Formfüllung, Trennstoffe, Legierungsreinigung, Wärmeübergänge)</li> <li>• Wissen über prozessspezifische Anforderungen und Auslegungskriterien sowie sensorischer Applikationen und konstruktiven Neuerungen (z.B. Leichtbauwerkzeuge) innerhalb der Werkzeugtechnologie im Bereich der Dauerformverfahren</li> <li>• Wissen über die Einordnung des Feingusses nach dem Wachsausschmelzverfahren sowie über die Möglichkeiten und Abgrenzung additiver Modellherstellung zur konventionellen</li> </ul> |  |

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 (Klebertechnologie, 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 Umwelanforderungen
- 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 Prüfmethode für unterschiedliche Bauteilanforderungen
- Umsetzung von Strategien zur Erzielung einer höheren Nachhaltigkeit an einem gegebenen Fallbeispiel
- Auslegung einer geeigneten Füge-technik 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 verschiedenen 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

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>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.</p> <p>Lern- bzw. Methodenkompetenz<br/>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.</p> <p>Selbstkompetenz<br/>Befähigung zur selbständigen Arbeitseinteilung. Objektive Beurteilung sowie Reflexion der eigenen Stärken und Schwächen in fachlicher Hinsicht.</p> <p>Sozialkompetenz<br/>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (120 Minuten)<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 120  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)<br>Klausur, 100%  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |



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

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Paul Steinmann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Grundlagen der geometrisch linearen Kontinuumsmechanik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometrisch lineare Kinematik</li> <li>• Spannungen</li> <li>• Bilanzsätze</li> </ul> <p>Anwendung auf elastische Problemstellungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialbeschreibung</li> <li>• Variationsprinzip</li> </ul> <p>Contents</p> <p>Basic concepts in linear continuum mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematics</li> <li>• Stress tensor</li> <li>• Balance equations</li> </ul> <p>Application in elasticity theory</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constitutive equations</li> <li>• Variational formulation</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen das Tensorkalkül in kartesischen Koordinaten</li> <li>• verstehen und beherrschen die geometrisch lineare Kontinuumskinematik</li> <li>• verstehen und beherrschen geometrisch lineare Kontinuumsbilanzaussagen</li> <li>• verstehen und beherrschen geometrisch lineare, thermoelastische Kontinuumsstoffgesetze</li> <li>• verstehen und beherrschen den Übergang zur geometrisch linearen FEM</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• master tensor calculus in cartesian coordinates</li> <li>• understand and master geometrically linear continuum kinematics</li> <li>• understand and master geometrically linear continuum balance equations</li> <li>• understand and master geometrically linear, thermoelastic material laws</li> <li>• understand and master the transition to geometrically linear FEM</li> </ul> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre"  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Organisatorisches:</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.</p> <p>We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.</p> <p>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.</p> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br><br>Lineare Kontinuumsmechanik / Linear Continuum Mechanics (Prüfungsnummer: 71301)<br><br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90 Prüfungssprache: Deutsch und Englisch   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Malvern: Introduction to the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice-Hall 1969</li> <li>• Gurtin: An Introduction to Continuum Mechanics, Academic Press 1981</li> <li>• Bonet, Wood: Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press 1997</li> <li>• Holzapfel: Nonlinear Solid Mechanics, Wiley 2000</li> </ul>  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96920 | <b>Effizienz im Fabrikbetrieb und operative Exzellenz</b><br>Efficiency in production and operative excellence  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Nico Hanenkamp  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wertstromanalyse und Wertstromdesign</li> <li>• JIT Produktionssystem</li> <li>• Austaktung von Prozessen</li> <li>• Rüstzeitreduzierung mit SMED</li> <li>• Shopfloor Management</li> <li>• Systematische Problemlösung</li> <li>• 5S Methode</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Parameter die während einer Wertstromanalyse aufgenommen werden</li> <li>• kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion</li> <li>• kennen die Position des Shopfloor Managements in der Unternehmensstruktur</li> <li>• kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens</li> </ul> <p>Verstehen<br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen das JIT Produktionssystem</li> <li>• verstehen den Unterschieden zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs</li> <li>• verstehen den Ablauf einer Wertstromanalyse</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung</li> <li>• verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung</li> <li>• verstehen die Definition von Rüstzeit und die Folgen hoher Rüstzeit</li> <li>• verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion</li> <li>• verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm</li> <li>• verstehen die sieben Verschwendungsarten</li> <li>• verstehen die Ziele und die Voraussetzungen des Shopfloor Managements</li> <li>• verstehen den PDCA - Zyklus</li> </ul> <p>Anwenden<br/>Die Studierenden</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die 5S Methode und können diese selbstständig inklusive der dafür benötigten Werkzeuge in der Praxis anwenden.</li> <li>• können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen</li> <li>• können eine Wertstromanalyse eigenständig durchführen und dokumentieren</li> <li>• können einen Wertstrom optimieren und ein Soll-Wertstromdesign gestalten.</li> <li>• können eigenständig die Rüstzeit eines Prozesses durch die SMED Methode (inklusive der enthaltenen Werkzeuge) in der Praxis reduzieren.</li> <li>• können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, Taktabstimmendiagramm, etc.)</li> <li>• können die vier Kernaktivitäten des Shopfloor Managements durchführen und diese systematisch überwachen</li> <li>• können die FQA- Methode anwenden inklusiver der enthaltenen Werkzeuge</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich (90 Minuten)<br>schriftliche Klausur, 90 Minuten   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 %   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95068 | <b>Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods</b><br>Machine learning for engineers II: Advanced methods | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Machine Learning for Engineers II: Advanced Methods (2 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Björn Eskofier<br>Thomas Altstidl   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Thomas Altstidl<br>Prof. Dr. Björn Eskofier  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extended introduction into fundamental concepts of deep neural networks (DNN)</li> <li>• In-depth review of various optimization techniques for learning neural network parameters</li> <li>• Specification of several regularization techniques for neural networks</li> <li>• Theoretical understanding of application-specific neural network architectures (such as convolutional neural networks (CNN) for images and recurrent neural networks (RNN) for time series)</li> </ul> <p>This is a vhb course (online).</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>After successfully participating in this course, students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• discuss advantages and disadvantages of different optimization techniques</li> <li>• design a suitable and promising neural network architecture and train it on existing data using Python and Keras</li> <li>• choose a suitable regularization technique in case of problems</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)<br>Electronic exam (online), 60min  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>Electronic exam (100 %)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | 1) Machine Learning: A Probabilistic Perspective, Kevin Murphy, MIT Press, 2012<br>2) The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction, Trevor Hastie, Robert Tibshirani, and Jerome Friedman, Springer, 2009<br>3) Deep Learning, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, MIT Press, 2016 |

|   |                                  |  |                          |
|---|----------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>65718 | <b>Introduction to Machine Learning</b><br>Introduction to machine learning  | <b>5 ECTS</b>            |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Introduction to Machine Learning (2 SWS)<br>Übung: IntroML-Ex (2 SWS)<br>Übung: IntroML-Tut (2 SWS) | 5 ECTS<br>1,25 ECTS<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Vincent Christlein<br>Paul Stöwer   |                          |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andreas Maier   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Modul hat zum Ziel, die Studierenden mit dem prinzipiellen Aufbau eines Mustererkennungssystems vertraut zu machen. Es werden die einzelnen Schritte von der Aufnahme der Daten bis hin zur Klassifikation von Mustern erläutert. Das Modul beginnt dabei mit einer kurzen Einführung, bei der auch die verwendete Nomenklatur eingeführt wird. Die Analog-Digital-Wandlung wird vorgestellt, wobei der Schwerpunkt auf deren Auswirkungen auf die weitere Signalanalyse liegt. Im Anschluss werden gebräuchliche Methoden der Vorverarbeitung beschrieben. Ein wesentlicher Bestandteil eines Mustererkennungssystems ist die Merkmalsextraktion. Verschiedene Ansätze zur Merkmalsberechnung/-transformation werden gezeigt, darunter Momente, Hauptkomponentenanalyse und Lineare Diskriminanzanalyse. Darüber hinaus werden Möglichkeiten vorgestellt, Merkmalsrepräsentationen direkt aus den Daten zu lernen. Das Modul schließt mit einer Einführung in die maschinelle Klassifikation. In diesem Kontext wird der Bayes- und der Gauss-Klassifikator besprochen.</p> <p>The module aims to familiarize students with the basic structure of a pattern recognition system. The individual steps from the acquisition of data to the classification of patterns are explained. The module starts with a short introduction, which also introduces the used nomenclature. Analog-to-digital conversion is introduced, with emphasis on its impact on further signal analysis. Common methods of preprocessing are then described. An essential component of a pattern recognition system is feature extraction. Various approaches to feature computation/transformation are demonstrated, including moments, principal component analysis, and linear discriminant analysis. In addition, ways to learn feature representations directly from the data are presented. The module concludes with an introduction to machine classification. In this context, the Bayes and Gauss classifiers are discussed.</p> <p>T</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Stufen eines allgemeinen Mustererkennungssystems</li> <li>• verstehen Abtastung, das Abtasttheorem und Quantisierung</li> <li>• verstehen und implementieren Histogrammequalisierung und -dehnung</li> </ul>   |  |

|   |  |   |
|---|--|---|
|   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen verschiedene Schwellwertmethoden</li> <li>• verstehen lineare, verschiebungsinvariante Filter und Faltung</li> <li>• wenden verschiedene Tief- und Hochpassfilter sowie nichtlineare Filter an</li> <li>• wenden verschiedene Normierungsmethoden an</li> <li>• verstehen den Fluch der Dimensionalität</li> <li>• erklären verschiedene heuristische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Projektion auf einen orthogonalen Basisraum, geometrische Momente, Merkmale</li> <li>• basierend auf Filterung</li> <li>• verstehen analytische Merkmalsberechnungsmethoden, z.B. Hauptkomponentenanalyse, Lineare Diskriminanzanalyse</li> <li>• verstehen die Basis von Repräsentationslernen</li> <li>• erläutern die Grundlagen der statistischen Klassifikation (Bayes-Klassifikator)</li> <li>• benutzen die Programmiersprache Python, um die vorgestellten Verfahren der Mustererkennung anzuwenden</li> <li>• lernen praktische Anwendungen kennen und wenden die vorgestellten Algorithmen auf konkrete Probleme an</li> </ul> <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the stages of a general pattern recognition system</li> <li>• understand sampling, the sampling theorem, and quantization</li> <li>• understand and implement histogram equalization and expansion</li> <li>• compare different thresholding methods</li> <li>• understand linear, shift invariant filters and convolution</li> <li>• apply various low-pass, high-pass, and nonlinear filters</li> <li>• apply different normalization methods</li> <li>• understand the curse of dimensionality</li> <li>• explain different heuristic feature calculation methods, e.g. projection on an orthogonal base space, geometric moments, features based on filtering</li> <li>• understand analytical feature computation methods, e.g. principal component analysis, linear discriminant analysis</li> <li>• understand the basis of representation learning</li> <li>• explain the basics of statistical classification (Bayes classifier)</li> <li>• use the programming language Python to apply the presented pattern recognition methods</li> <li>• learn practical applications and apply the presented algorithms to concrete problems</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Ein Mustererkennungssystem besteht aus den folgenden Stufen: Aufnahme von Sensordaten, Vorverarbeitung, Merkmalsextraktion und maschinelle Klassifikation. Dieses Modul beschäftigt sich in erster Linie mit den ersten drei Stufen und schafft damit die Grundlage für weiterführende Module (Pattern Recognition und Pattern Analysis).</p>  |



|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | A pattern recognition system consists of the following stages: Sensor Data Acquisition, Preprocessing, Feature Extraction, and Machine Classification. This module primarily deals with the first three stages and thus creates the basis for more advanced modules (Pattern Recognition and Pattern Analysis).  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorlesungsfolien/lecture slides</li> <li>• Heinrich Niemann: Klassifikation von Mustern, 2. überarbeitete Auflage, 2003</li> <li>• Sergios Theodoridis, Konstantinos Koutroumbas: Pattern Recognition, 4. Auflage, Academic Press, Burlington, 2009</li> <li>• Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stock: Pattern Classification, 2. Auflage, John Wiley &amp; Sons, New York, 2001</li> </ul> |

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

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Charakterisierung von Schwingungen<br/>Mechanische und mathematische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewegungsgleichungen</li> <li>• Darstellung im Zustandsraum</li> </ul> <p>Allgemeine Lösung zeitinvarianter Systeme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anfangswertproblem</li> <li>• Fundamentalmatrix</li> <li>• Eigenwertaufgabe</li> </ul> <p>Freie Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwerte und Wurzelortskurven</li> <li>• Zeitverhalten und Phasenportraits</li> <li>• Stabilität</li> </ul> <p>Erzwungene Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprung- und Impulserregung</li> <li>• harmonische und periodische Erregung</li> <li>• Resonanz und Tilgung</li> </ul> <p>Parametererregte Schwingungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Periodisch zeitinvariante Systeme</li> </ul> <p>Experimentelle Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung der Übertragungsfunktionen</li> <li>• Bestimmung der modalen Parameter</li> <li>• Bestimmung der Eigenmoden</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Methoden die Bewegungsdifferentialgleichungen diskreter Systeme aufzustellen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Schwingungsarten und Schwingertypen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Lösung für die freie Schwingung eines linearen Systems mit einem Freiheitsgrad und die entsprechenden charakteristischen Größen wie Eigenfrequenz und Dämpfungsmaß.</li> <li>• Die Studierenden kennen eine Reihe von analytischen Lösungen des linearen Schwingers mit einem Freiheitsgrad für spezielle Anregungen.</li> </ul>  |

- 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

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können problemgerecht zwischen physikalischer Darstellung und Zustandsdarstellung wählen und die entsprechenden Verfahren zur Bestimmung der Eigenlösung und gegebenenfalls der partikulären Lösung einsetzen.</li> </ul> <p>Evaluieren (Beurteilen)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können anhand der Eigenwerte bzw. der Wurzelorte das prinzipielle Lösungsverhalten eines linearen Schwingungssystems beurteilen und Aussagen über die Stabilität eines Systems treffen.</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Dynamik starrer Körper"</p> <p>Organisatorisches:<br/> Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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.<br/> We will communicate all information about the lecture schedule via the StudOn course. Therefore, we ask you to enroll at <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a>.<br/> 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.</p> |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br><br>Technische Schwingungslehre (Prüfungsnummer: 71901)<br>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 90, benotet  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 90 h<br>Eigenstudium: 60 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |



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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Numerische Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Lösung des Eigenwertproblems</li> <li>• Modale Reduktion</li> <li>• Dämpfungs-, Massen- und Punktmassenmatrizen</li> <li>• Lösung der Bewegungsgleichungen, Zeitschrittintegration</li> </ul> <p>*Experimentelle Modalanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Signalanalyse: Fourier-Transformation, Aliasing, Leakage</li> <li>• Experimentelle Analyse im Zeit- und Frequenzbereich</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die analytische Lösung für die freie Schwingung einfacher Kontinua wie Stab und Balken.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Lösung des Eigenwertproblems.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Methode der modalen Reduktion.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Möglichkeiten der Dämpfungsbeschreibung.</li> <li>• Die Studierenden kennen den Unterschied zwischen der konsistenten Massenmodellierung und Punktmassen.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Zeitschrittintegration.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Grundlagen der Signalanalyse im Frequenzbereich auf der Basis der Fouriertransformation.</li> <li>• Die Studierenden kennen die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der numerischen und experimentellen Modalanalyse.</li> <li>• Die Studierenden kennen die prinzipielle Vorgehensweise bei der experimentellen Modalanalyse sowie die entsprechenden Fachtermini.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Messaufnehmer und Anregungsverfahren.</li> <li>• Die Studierenden kennen die verschiedenen Übertragungsfrequenzgänge und Verfahren zur Bestimmung der modalen Parameter.</li> <li>• Die Studierenden kennen verschiedene Verfahren zur Überprüfung der Linearität eines Systems.</li> </ul> <p>Verstehen</p> |  |

- 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)

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können eine numerische Eigenwertlösung anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Dämpfungs- und Massenmodellierung kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können eine numerische Lösung im Zeitbereich anhand verschiedener Kriterien wie verwendetes Verfahren, Zeitschrittweite etc. kritisch beurteilen und gegebenenfalls qualifizierte Verbesserungsvorschläge machen.</li> <li>• Die Studierenden können das Ergebnis einer Fourier-Signalanalyse kritisch beurteilen, eventuelle Fehler bei der Messung erkennen und sinnvolle Maßnahmen zur Verbesserung aufzeigen.</li> <li>• Die Studierenden können die experimentell ermittelten modalen Parameter anhand verschiedener Kriterien wie zum Beispiel MAC-Werte beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden können die Voraussetzungen für die Anwendbarkeit der Modalanalyse anhand von Linearitätstests überprüfen und beurteilen.</li> <li>• 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.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen: Kenntnisse aus dem Modul "Technische Schwingungslehre (TSL)"</p> <p>Alle Informationen zum Ablauf der Lehrveranstaltung werden über den StudOn-Kurs kommuniziert. Deshalb bitten wir Sie, sich unter <a href="https://www.studon.fau.de/cat5282.html">https://www.studon.fau.de/cat5282.html</a> 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</p>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Klausur (60 Minuten)</p> <p>Numerische und experimentelle Modalanalyse (Prüfungsnummer: 72651)</p> <p>Prüfungsleistung, Klausur, Dauer (in Minuten): 60, benotet</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |



|    |   |  |
|----|---|--|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bode, H.: Matlab-Simulink: Analyse und Simulation dynamischer Systeme. Stuttgart, Teubner, 2006</li> <li>• Bathe, K.; Finite-Elemente-Methoden. Berlin, Springer, 2001</li> <li>• Ewins, D.J.: Modal Testing. Research Studies Press, 2000</li> </ul> |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bauformen, Begriffe, Definitionen, Historie, rechtliche Grundlagen und Roboterethik</li> <li>• Roboteranwendungen in Industrie, Service, Pflege und Medizin</li> <li>• Sensorik und Aktorik für Robotersysteme</li> <li>• Kinematik und Dynamik verschiedener Roboterbauformen</li> <li>• Steuerung, Regelung und Bahnplanung</li> <li>• Varianten der Roboterprogrammierung</li> <li>• Planung und Simulation von Robotersystemen</li> <li>• Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Computer Vision (OpenCV)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>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.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Roboter hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu klassifizieren, das für eine vorgegebene Anwendung optimale Robotersystem auszuwählen und hierbei ethische und arbeitsschutzrechtliche Aspekte zu berücksichtigen.</li> <li>• Robotersysteme auszulegen, zu entwickeln und die erforderlichen Bewegungsabläufe zu planen,</li> <li>• die für verschiedene Roboterapplikationen notwendige Sensorik und Aktorik auszuwählen,</li> <li>• Robotersysteme durch den Einsatz von Planungs- und Simulationswerkzeugen zu validieren</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• sowie Roboter mit Hilfe des Robot Operating Systems zu programmieren und zu steuern.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222 |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45221 | <b>Turbulence II</b><br>Physics of turbulence and turbulence modelling II   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Jovan Jovanovic<br>Prof. Dr. Philipp Schlatter  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbulence decomposition (mean flow, turbulent stresses, higher-order moments);</li> <li>• second order moments (anisotropy tensor, invariants);</li> <li>• anisotropy invariant mapping of turbulence in wall-bounded flows;</li> <li>• turbulent viscosity, Prandtl-Kolmogorov formula;</li> <li>• dynamics of turbulence dissipation rate;</li> <li>• two-point correlation technique (locally homogeneous turbulence);</li> <li>• dissipation rate equation (closure model);</li> <li>• velocity-pressure gradient correlations (Poisson equation, Chous integral, slow and fast parts of correlations);</li> <li>• turbulence transport (closure approximation);</li> <li>• predictions (homogeneous shear flows, wall-bounded flows, transitional flows)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Based on two-point correlations and anisotropy invariants, turbulence modelling will be extended onto the dissipation equation and the velocity-pressure correlation.</p> <p>The students...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Are familiar with the different averaging and analysis methods for turbulence signals</li> <li>• Can derive simple analytical turbulence models, based on eddy viscosity</li> <li>• Can discuss the main contributions to turbulent transport in different shear flows</li> <li>• Are familiar with basic prediction methods for different flow types</li> <li>• Can extract turbulence statistics from simulation and experimental data</li> <li>•</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recommended: Fluid Dynamics, Turbulence I</li> </ul>  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Variabel<br>oral exam (30 min)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Variabel (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jovanovic, J.: Statistical Dynamics of Turbulence, Springer Verlag, 2004</li> <li>• Hinze, J.O.: Turbulence (2nd edition), McGraw Hill, 1975</li> <li>• Pope, S.: Turbulence, CUP, 2000</li> </ul> |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95345 | <b>Automotive Engineering II</b><br>Automotive engineering II                                | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Automotive Engineering 2  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Stefan Götz<br>Jan Kopatsch<br>Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack<br>Dr. Stefan Dengler |                 |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünsche weltweit.</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie.</li> <li>• Die Produktentstehung</li> <li>• Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie</li> <li>• Integrierte Absicherung</li> <li>• Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien</li> <li>• Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe</li> <li>• Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation</li> <li>• Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien</li> <li>• Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen</li> <li>• Entwicklung der Fahrdynamik</li> <li>• IT-Systeme in der Automobilindustrie</li> <li>• Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport)</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach besuch der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben</li> <li>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen</li> <li>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen</li> <li>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen</li> <li>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben</li> <li>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47577 | <b>Aerodynamics für ACES, CE, MB, MECH, WING</b><br>EMC Measurement Techniques | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Aerodynamics (4 SWS)<br>Übung: Exercise Aerodynamics                | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | apl. Prof. Dr. Stefan Becker<br>Prof. Dr. Philipp Schlatter                    |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Philipp Schlatter  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222                                       |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | ?? Semester (keine Angaben zur Dauer des Moduls hinterlegt)  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97074 | <b>Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften</b><br>Scientific work in engineering and natural sciences | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Wissenschaftliches Arbeiten in den Ingenieur- und Naturwissenschaften (2 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Christian Tobias Veihelmann<br>Laurenz Taffner<br>Katharina Stich<br>Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi                                  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Norman Franchi   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Vorarbeiten</li> <li>• Einführung ins Projektmanagement</li> <li>• Wissenschaftliche Methodik</li> <li>• Recherche und Zitation wissenschaftlicher Quellen</li> <li>• Organisation von Informationen</li> <li>• Aufbereiten von Informationen</li> <li>• Wissenschaftliches Publizieren</li> <li>• Gliedern: Roter Faden und Balance</li> <li>• Wissenschaftlicher Stil</li> <li>• Einführung in LaTeX</li> <li>• Literaturverwaltung mit BibTeX &amp; Co.</li> <li>• Erstellen und Halten von Präsentationen</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind mit den Grundlagen des wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns vertraut.</li> <li>• Die Studierenden können für einfache Projekte wie eine Abschlussarbeit eine Aufgaben- und Zeitplanung erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können für ein vorgegebenes Thema in fachspezifischen Literaturdatenbanken geeignete Veröffentlichungen recherchieren.</li> <li>• Die Studierenden können wissenschaftliche Daten als Tabelle oder Diagramm darstellen sowie Qualitätskriterien nennen und prüfen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die typische Struktur wissenschaftlicher Artikel, Abschlussarbeiten und Präsentationen und können die Inhalte der entsprechenden Abschnitte beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Unterschiede zwischen wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Texten erläutern und identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können Texte hinsichtlich Struktur, wissenschaftlichem Stil und Redundanzen analysieren und korrigieren.</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Begutachtungsprozess bei wissenschaftlichen Publikationen.</li> <li>• Die Studierenden können mit Hilfe von LaTeX ein Dokument erstellen und strukturieren sowie Daten in Tabellen- und Diagrammform darstellen.</li> <li>• Die Studierenden können eine Literaturdatenbank im BibTeX-Format erstellen und Quellen in einem Dokument referenzieren.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |                                      |                 |
|---|----------------------------------|--------------------------------------|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>83471 | <b>Innovation design</b>             | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Innovation Design (2 SWS) | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Kathrin Möslein            |                 |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            |   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Der Veranstaltungszyklus vermittelt zentrale Inhalte der Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien im internationalen Kontext.  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben fundierte Kenntnisse über die Analyse, Unterstützung und Gestaltung innovationsorientierter Unternehmens- und Wertschöpfungsstrategien.</li> <li>• kennen die Stärken und Schwächen alternativer Gestaltungskonzeptionen.</li> <li>• erwerben praktische Einblicke in die Durchführung und methodische Unterstützung von Innovationsprojekten.</li> <li>• eignen sich durch gezielte Gruppenarbeiten und die interaktive Veranstaltungsform soziale Kompetenzen an,</li> <li>• erarbeiten sich Reflexionsvermögen und können Kommilitonen wertschätzendes Feedback geben.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Präsentation<br>Presentation approx. 30 minutes   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Präsentation (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Werden in der Vorlesung bekanntgegeben  |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97304 | <b>Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP)</b><br>Advanced Systems Engineering of Production Systems (ASEP)                       | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Online-Kurs: Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen (ASEP)<br><br>Online-Kurs mit Flipped Classroom Terminen, keine Anwesenheitspflicht | -             |
| 3 | Lehrende                         | Martin Barth   |               |

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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.</p> <p><b>Gliederung:</b></p> <p><b>Vorlesungseinheiten:</b></p> <p>01: Automatisierte Produktionsanlagen<br/> 02: Advanced Systems Engineering von Produktionsanlagen<br/> 03: Der Digitale Zwilling<br/> 04: Datenmanagement mit PLM Systemen<br/> 05: Simulationsbasierte Auslegung von Produktionsanlagen<br/> 06: Integrierte Produkt-Prozess Entwicklung<br/> 07: Anforderungsmanagement und Lösungsspezifikation<br/> 08: Mechanik-Entwicklung<br/> 09: Elektrik-Entwicklung<br/> 10: Software-Entwicklung<br/> 11: Systemintegration, Virtuelle Inbetriebnahme und Testing<br/> 12: Änderungsmanagement</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>13: Inbetriebnahme von Produktionsanlagen<br/>14: Klausurvorbereitung</p> <p><b>Case-Studies:</b><br/>CS1: Anforderungs- und Lösungsspezifikation<br/>CS2: Domänenspezifisches Engineering<br/>CS3: Virtuelle Inbetriebnahme und Änderungsmanagement</p>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine spezifischen Voraussetzungen   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>90-minütige schriftliche Prüfung   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>55291 | <b>Global retail logistics</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Global Retail Logistics (vhb-Kurs) (4 SWS)                    | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Christopher Münch<br>Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann<br>Masoud Mirzaei |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Eva Maria Hartmann   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module 1: Overview</li> <li>• Module 2: Characteristics &amp; basics</li> <li>• Module 3: Trends &amp; challenges</li> <li>• Module 4: Point of sale &amp; E-Commerce</li> <li>• Module 5: Interfaces</li> <li>• Module 6: Load units &amp; transport logistics</li> <li>• Module 7: Cross docking</li> <li>• Module 8: Warehousing &amp; distribution</li> <li>• Module 9: Food supply chain</li> <li>• Module 10: Sustainability in retail logistics</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The following learning objectives are anticipated:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• You will be able to define the topic of retail logistics and describe its specific requirements.</li> <li>• You will be able to report the retail industry specific peculiarities relating to the usage of logistics processes.</li> <li>• You will be able to use the relevant methods of planning, controlling and monitoring of logistics processes in the retail industry.</li> <li>• You will be able to analyse various retail-specific characteristics in the use of logistics processes and assess their application in a practical context.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• You will be able to manage, organise and discipline yourself, and plan your time independently.</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Registration via vhb ( <a href="http://www.vhb.org">www.vhb.org</a> ) is necessary in order to gain access to the StudOn e-learning platform.<br>English language proficiency (C1)<br>Prior completion of the course "Produktions- und Supply Chain Management" is recommended. |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur mit MultipleChoice (60 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur mit MultipleChoice (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 1 h<br>Eigenstudium: 149 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42801 | <b>Perception in Robotics</b><br>Advanced topics in deep learning                            | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Perception in Robotics<br>Übung: Supplements for Perception in Robotics | -<br>-        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Vasileios Belagiannis<br>Marc Hölle<br>Michele De Vita                             |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Vasileios Belagiannis  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>The students will learn robotic perception topics, including camera models, filtering, transformations, low-level features, point-cloud processing, recognition, pose estimation, localization, mapping, depth, and motion estimation. In the exercises, the students will implement techniques for different perception modules.</p> <p>The lecture topics include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor models</li> <li>• Camera calibration</li> <li>• Feature detection and matching.</li> <li>• Edges, lines, circles.</li> <li>• Transformations.</li> <li>• Multiple views.</li> <li>• Recognition.</li> <li>• Pose estimation.</li> <li>• Localization and mapping.</li> <li>• Depth estimation.</li> <li>• Point-cloud processing.</li> </ul> <p><i>Die Studierenden lernen Themen der Roboterwahrnehmung kennen, darunter Kameramodelle, Filterung, Transformationen, Low-Level-Merkmale, Punktwolkenverarbeitung, Erkennung, Posenschätzung, Lokalisierung, Mapping, Tiefen- und Bewegungsschätzung. In den Übungen werden die Studierenden Methoden für verschiedene Wahrnehmungsmodule implementieren.</i></p> <p><i>Zu den Vorlesungsthemen gehören:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor Modelle</li> <li>• Kamerakalibrierung</li> <li>• Merkmalerkennung und -abgleich.</li> <li>• Kanten, Linien, Kreise.</li> <li>• Transformationen.</li> <li>• Mehrere Views.</li> <li>• Erkennung.</li> <li>• Schätzung der Pose.</li> <li>• Lokalisierung und Mapping.</li> <li>• Schätzung der Tiefe.</li> <li>• Punktwolken-Verarbeitung.</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |  |



|    |  |   |
|----|--|---|
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Basic knowledge of image and signal processing<br><i>Grundkenntnisse der Bild- und Signalverarbeitung</i>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Written examination of 90 min duration<br><br><i>Schriftliche Prüfung von 90 min Dauer.</i>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>A grade bonus of 0.3 is awarded for regular participation in the exercise assignments. The grade bonus can only be counted towards the overall grade only if the examination is passed. A grade improvement from 5.0 to 4.0 is not possible.<br><br><i>Für die regelmäßige Teilnahme an den Übungsaufgaben wird ein Notenbonus von 0,3 vergeben. Der Notenbonus kann nur dann auf die Gesamtnote angerechnet werden, wenn die Prüfung bestanden wird. Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist nicht möglich.</i> |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szeliski, Richard. Computer vision: algorithms and applications. Springer Nature, 2022.</li> <li>• Thrun, Sebastian, Wolfram Burgard, and Dieter Fox. "Probabilistic robotics.", MIT Press.</li> <li>• Hartley, Richard, and Andrew Zisserman. Multiple view geometry in computer vision. Cambridge University Press, 2003.</li> </ul>   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92321 | <b>Electric Drives</b><br>Electric drives   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                               |   |
|---|-------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn<br>Dr.-Ing. Jens Igney   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p><b>1. Introduction and overview</b></p> <p><b>2. Applications</b></p> <p><b>3. Systems structure</b></p> <p><b>4. Physical foundations of electrical drives and machines</b></p> <p>4.1 Energy conversion</p> <p>4.2 Material properties</p> <p>4.3 Loss mechanisms</p> <p>4.4 Maxwell's equations</p> <p>4.5 Electrical aspects</p> <p>4.6 Magnetic aspects</p> <p>4.7 Mechanical aspects</p> <p>4.8 Thermal aspects</p> <p><b>5. Mechanical components</b></p> <p>5.1 Gearboxes</p> <p>5.2 Clutches</p> <p>5.3 Shafts</p> <p>5.4 Flange</p> <p>5.5 Encoders</p> <p>5.6 Connectors</p> <p>5.7 Rotor core</p> <p>5.8 Stator core</p> <p><b>6. Electrical machines</b></p> <p>6.1 Brushed DC machines</p> <p>6.2 Induction machine</p> <p>6.3 Electrically excited SM</p> <p>6.4 PM synchronous machine</p> <p>6.5 Reluctance machines</p> <p><b>7. Power electronics inverters</b></p> <p>7.1 Power electronics devices</p> <p>7.2 Uncontrolled rectifier</p> <p>7.3 Controlled rectifier</p> <p>7.4 DC-DC-converter</p> <p>7.5 2-Level inverter</p> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>7.6 3-Level inverter<br/>7.7 Modulation technique</p> <p><b>8. Introduction to drive control</b><br/>8.1 Foundations of control<br/>8.2 Controller design<br/>8.3 Brushed DC machine<br/>8.4 Cascaded control</p>  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recognise the basics and theoretical foundations of electric drives, the different technical system's components involved and their applications</li> <li>• understand the main operating principles of the different components of a drive system and explain and present them on request</li> <li>• distinguish between the different types of electric machines, power electronic rectifiers and inverters, explain their different characteristics and operating principles and demonstrate how to apply these components</li> <li>• recognise the general ideas and principles in control of electrical drives</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)<br>Conduct with questions in the answer-choice procedure   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97061 | <b>Energiespeichertechnologien</b><br>Energy Storage Technology                                 | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Energiespeichertechnologien (3 SWS)<br>Übung: Übungen zu Energiespeichertechnologien | 5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Susanne Lehner   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Susanne Lehner   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Schwerpunktmäßig werden in der Vorlesung die folgenden Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsbereiche und deren Besonderheiten für Energiespeicher, Sektorenkopplung</li> <li>• Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit von Energiespeichern, Revenue Stacking</li> <li>• Thermische Energiespeichersysteme</li> <li>• Mechanische Energiespeichersysteme für elektrische Energie: Druckluft, Schwungmassenspeicher</li> <li>• Pumpspeicher</li> <li>• Elektrische Speicher: Spulen, Kondensatoren SuperCaps</li> <li>• Elektrochemische Energiespeicher für elektrische Energie: Primär- und Sekundärbatterien</li> <li>• Gasspeichersysteme (z.B. Wasserstoff, Methan) und Transportmedien</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Aufbau und Funktion der unterschiedlichen Energiespeicher</li> <li>• unterscheiden die für die Anwendungsfelder geeigneten Speicherformen</li> <li>• erläutern die Themen Sektorkopplung und Flexibilisierung der Energieerzeugung</li> <li>• legen Systeme für unterschiedliche Anwendungsfelder aus</li> <li>• Berechnen Kenngrößen wie Energieeffizienz und die Wirtschaftlichkeit von Systemen</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> |            |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

|   |                                  |  |                  |
|---|----------------------------------|--|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>57370 | <b>Rechtliche Grundlagen der Start-up-Unternehmen</b><br>Legal fundamentals for start-ups  | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Rechtliche Grundlagen der Start-up-Unternehmen - Vorlesung (4 SWS)<br>Vorlesung mit Übung: Rechtliche Grundlagen der Start-up-Unternehmen - Übung (4 SWS) | 5 ECTS<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | PD Dr. David Bartlitz<br>David Tillmann  |                  |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Jochen Hoffmann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Wahl der Rechtsform (Anzahl und Art der Gründer, Zweck/Gegenstand des Unternehmens, Kosten/Aufwand, Kaufmannseigenschaft)</li> <li>• Die Gestaltung des Gesellschaftsvertrages (obligatorische und fakultative Regelungen)</li> <li>• Das Verfahren der Errichtung (Beratung und Beurkundung durch den Notar, Kapitalaufbringung, Anmeldung zum Handelsregister, Eintragung in das Handelsregister, Bekanntmachungen, Genehmigungsvorbehalte)</li> <li>• Die Beschaffung von Eigenkapital bei Investoren (Möglichkeiten der Vertragsgestaltung insbesondere bei (Venture-)Kapitalgebern)</li> <li>• Die Gestaltung von Allgemeinen Geschäftsbedingungen</li> <li>• Die Gestaltung des Impressums</li> <li>• Datenschutzrechtliche Anforderungen an Unternehmen</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erkennen die verschiedenen Optionen bei der Rechtsformwahl und untersuchen die sich dabei stellenden Probleme,</li> <li>• sind in der Lage, einen Gesellschaftsvertrag sach- und interessengerecht zu gestalten und die dabei auftretenden Risiken sowie Folgen abzuwägen und zu bewerten,</li> <li>• können Fragestellungen des Errichtungsverfahrens sowie der Eigenkapitalbeschaffung erkennen und bewerten,</li> <li>• sind in der Lage, Allgemeine Geschäftsbedingungen, das Impressum sowie die Erhebung bzw. Verarbeitung personenbezogener Daten recht- und zweckmäßig zu gestalten,</li> <li>• wenden gewonnene Erkenntnisse auf konkrete Sachverhalte an.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Teilnahme an den Bachelorveranstaltungen Grundlagen des öffentlichen Rechts und des Zivilrechts (Recht I) oder Wirtschaftsprivatrecht (Recht II) oder einer vergleichbaren Veranstaltung über die Grundlagen des Zivilrechts, die mit mindestens 5 ECTS bewertet wird.   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | schriftlich (90 Minuten)   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Kamanabrou, Vertragsgestaltung (daraus §§ 1, 2, 3, 9). Weitere geeignete Literatur wird im Rahmen der Veranstaltung bekannt gegeben. |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>43822 | <b>Computer Graphics</b><br>Computer graphics   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Marc Stamminger  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Computergraphik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Graphik Pipeline</li> <li>• Clipping</li> <li>• 3D Transformationen</li> <li>• Hierarchische Display Strukturen</li> <li>• Perspektive und Projektionen</li> <li>• Sichtbarkeitsbetrachtungen</li> <li>• Rastergraphik und Scankonvertierung</li> <li>• Farbmodelle</li> <li>• Lokale und globale Beleuchtungsmodelle</li> <li>• Schattierungsverfahren</li> <li>• Ray Tracing und Radiosity</li> <li>• Schatten und Texturen</li> </ul> <p>Contents:<br/>This lecture covers the following aspects of Computer Graphics:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• graphics pipeline</li> <li>• clipping</li> <li>• 3D transformations</li> <li>• hierarchical display structures</li> <li>• perspective transformations and projections</li> <li>• visibility determination</li> <li>• raster graphics and scan conversion</li> <li>• color models</li> <li>• local and global illumination models</li> <li>• shading models</li> <li>• ray tracing and radiosity</li> <li>• shadows and textures</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• geben die unterschiedlichen Schritte der Graphik Pipeline wieder</li> <li>• erklären die Funktionsweise der Clippingalgorithmen für Linien und Polygone</li> <li>• beschreiben, charakterisieren und berechnen affine und perspektivische Transformationen in 3D und veranschaulichen die allgemeine Form der Transformationsmatrix in homogener Koordinaten</li> <li>• skizzieren die Verfahren zur Tiefe- und Sichtbarkeitsberechnung</li> </ul>  |  |



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vergleichen die unterschiedlichen Farbmodelle der Computergraphik</li> <li>• illustrieren und untersuchen die Datenstrukturen zur Beschreibung virtueller 3D Modelle und komplexer Szenen</li> <li>• erläutern die Funktionsweise der Rasterisierung und Scankonvertierung in der Graphikpipeline</li> <li>• lösen Aufgaben zu Beleuchtung und Texturierung von 3D virtuellen Modellen</li> <li>• klassifizieren Schattierungsverfahren</li> <li>• bestimmen den Unterschied zwischen lokaler und globaler Beleuchtung und formulieren Algorithmen für Ray Tracing und Radiosity</li> </ul> <p>*Educational objectives and skills:*</p> <p>Students should be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the processing steps in the graphics pipeline</li> <li>• explain clipping algorithms for lines and polygons</li> <li>• explain, characterize and compute affine and perspective transformations in 2D and 3D, and provide an intuitive description of the general form of corresponding transformation matrices in homogeneous coordinates</li> <li>• depict techniques to compute depth, occlusion and visibility</li> <li>• compare the different color models</li> <li>• describe data structures to represent 3D virtual models and complex scenes</li> <li>• explain the algorithms for rasterization and scan conversion</li> <li>• solve problems with shading and texturing of 3D virtual models</li> <li>• classify different shadowing techniques</li> <li>• explain the difference between local and global illumination techniques and formulate algorithms for ray tracing and radiosity</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Übungsleistung<br/>Klausur (60 Minuten)<br/>Die Übungen ("Computer Graphics Basic Tutorials") bestehen aus insgesamt 10 wöchentlichen Aufgabenblättern mit kleinen Programmieraufgaben.</p> <p>The exercises ("Computer Graphics Basic Tutorials") consist of weekly worksheets (10 worksheets in total) with small programming tasks.</p>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br/>Klausur (100%)</p>  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <p>Zum Bestehen des Moduls müssen 50% der Punkte in den Übungen erreicht und die Abschlussprüfung bestanden werden. Die Modulnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung.</p> <p>The module is passed when 50% of the points in the exercises are reached and when the final exam is passed. The grade of the module is entirely determined by the grade in the final exam.</p>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• P. Shirley: Fundamentals of Computer Graphics. AK Peters Ltd., 2002</li> <li>• Hearn, M. P. Baker: Computer Graphics with OpenGL. Pearson</li> <li>• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics - Principles and Practice</li> <li>• Rauber: Algorithmen der Computergraphik</li> <li>• Bungartz, Griebel, Zenger: Einführung in die Computergraphik</li> <li>• Encarnação, Strasser, Klein: Computer Graphics</li> </ul> |

|   |                                  |   |                   |
|---|----------------------------------|---|-------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>67216 | <b>Einführung in die Grundlagen der Physikalischen Chemie 2</b><br>Introduction to the Foundations of Physical Chemistry 2  | <b>5 ECTS</b>     |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übung zur Physikalischen Chemie I (Kinetik u. Aufbau der Materie) für LA Gymnasium (PC Ib), Lebensmittelchemie und Biologie (PC II) (1 SWS)<br><br>Vorlesung: Physikalische Chemie I (Kinetik u. Aufbau der Materie) für LA Gymnasium (PC Ib), Lebensmittelchemie und Biologie (PC II) (2 SWS) | -<br><br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Thomas Drewello   |                   |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Thomas Drewello  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkenntnisse der chemischen Reaktionskinetik und Katalyse (u.a. Kinetik einfacher und komplizierter Reaktionen, Reaktionsmechanismen, Messmethoden, Katalyse, Stofftransport)</li> <li>• Aspekte zum Aufbau der Materie (u.a. Welle-Teilchen-Dualismus, Einführung in die Quantenmechanik, Aufbau von Atomen und Molekülen, Absorption und Emission von Strahlung, Aufbau und Funktion des Auges, Chemie des Sehens, Spektroskopie)</li> <li>• Vertiefung und Ergänzung des Vorlesungsstoffes anhand thematisch passender Übungen</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind in der Lage, die Grundlagen der chemischen Reaktionskinetik und Katalyse zu erklären;</li> <li>• verstehen den Aufbau der Materie und Phänomene der Quantentheorie und können dieses Wissen grundlegend darstellen;</li> <li>• sind fähig, physikalisch-chemische Gesetze im Rahmen der praktischen Übungen anzuwenden.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich<br>PL: Klausur (45 Min.)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie,<br>P. Atkins, Physikalische Chemie,<br>U. Nickel, Lehrbuch der Thermodynamik |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>22800 | <b>Anatomie und Physiologie für Nichtmediziner</b><br>Anatomy and physiology for non-medical students                           | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Grundlagen der Anatomie und Physiologie für Medizintechniker, Naturwissenschaftler und Ingenieure (2 SWS, SoSe 2025) | -             |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Jana Dahlmanns<br>Prof. Dr. Christian Alzheimer<br>Prof. Dr. Peter Soba   |               |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Jana Dahlmanns<br>apl. Prof. Dr. Clemens Forster  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wissensvermittlung zu Grundlagen der Anatomie, Physiologie und Pathophysiologie</li> <li>• Wissensvermittlung von wichtigen medizinischen Fachbegriffen</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten und häufigen Krankheitsbildern</li> <li>• Wissensvermittlung von relevanten Methoden beim biologischen und technischen Sehen</li> <li>• Diskussion von Methoden und Theorieansätzen, um relevante medizinische Fragestellungen erkennen zu können</li> <li>• Kritische Betrachtung von den wichtigsten bildgebenden Verfahren in wichtigen Krankheitsbildern</li> <li>• Darstellung der Organisationsstrukturen von diagnostischen Prozessen</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die wichtigsten und häufigsten medizinische Fachbegriffe</li> <li>• sind vertraut mit den Grundlagen der Anatomie und der Physiologie</li> <li>• kennen wichtige Krankheitsbilder</li> <li>• verstehen und erklären medizinische Fragestellungen in der Diagnostik und Therapie anhand von Beispielen</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2;3   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 2 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch    |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94966 | <b>Radarfernerkundung mit Satelliten</b><br>Radar remote sensing with satellites | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Radarfernerkundung mit Satelliten (4 SWS)                   | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Gerhard Krieger  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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, wissenschaftlichen 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.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Verstehen<br/>Lernende können Wirkprinzipien der Erdfernerkundung mit Satelliten darstellen.<br/>Anwenden<br/>Lernende können verschiedene Methoden der Erdfernerkundung mit Satelliten unterscheiden und vergleichen.<br/>Analysieren<br/>Lernende können Erfassungsmethoden diskutieren und geeignete Verfahren für Fragestellungen der Erdfernerkundung auswählen.<br/>Erschaffen<br/>Lernende können mit dem vermittelten Wissen grundlegende Sensoriken für Satellitensysteme konzipieren.</p>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |  |





|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>46939 | <b>Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (AEM)</b><br>Applied electronic and microwave measurements (AEM) | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Angewandte Elektronik- und Hochfrequenzmesstechnik (4 SWS)  | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Christof Pfannenmüller<br>Michael Loose  |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | keine Inhaltsbeschreibung hinterlegt!  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | keine Beschreibung der Lernziele und Kompetenzen hinterlegt!   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich (30 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | mündlich (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand in Präsenzzeit hinterlegt)<br>Eigenstudium: ?? h (keine Angaben zum Arbeitsaufwand im Eigenstudium hinterlegt) |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96440 | <b>Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen</b><br>Simulation and control of switching power supplies                                 | <b>5 ECTS</b>   |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: Übungen zu Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (2 SWS)<br>Vorlesung: Simulation und Regelung von Schaltnetzteilen (2 SWS) | -<br><br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum<br>Sophia Rösel   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Thomas Dürbaum   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Im ersten Teil des Moduls werden sowohl notwendige Grundlagen als auch mögliche Simulationsstrategien und Tools erläutert. Im Einzelnen wird auf folgende Punkte eingegangen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Analytische Simulation von PWM-Konvertern</li> <li>- Simulation von PWM-Konvertern unter Zuhilfenahme von gemittelten Schaltermodellen (ASM und ASIM)</li> <li>- Diskrete Modellierung von Schaltnetzteilen im Zustandsraum (Discrete Modelling)</li> <li>- Detailbetrachtungen, Vergleich mit Hardware, Schaltverluste</li> </ul> <p>Im zweiten Teil des Moduls werden mögliche Systemmodellierungen gezeigt, die Aufschluss über das Kleinsignalverhalten und damit die Anwendung von herkömmlichen regelungstechnischen Ansätzen erlauben.</p> <p>Der zweite Teil des Moduls gliedert sich wie folgt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Mittelung im Zustandsraum (State-Space-Averaging) zur Bestimmung der Kleinsignalübertragungsfunktion Regelung mit unterlagerter Stromregelung</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage:</p> <p>Schaltnetzteiltopologien auf verschiedenen Abstraktionsebenen zu untersuchen,<br/> PWM Konverter stark idealisiert und auch unter Berücksichtigung parasitärer Widerstände zu analysieren,<br/> Mehraufwand und Nutzen detaillierterer Analysemethoden einzuschätzen,<br/> die einzelnen Schritte zur Erstellung gemittelter Schaltermodelle (ASM, ASIM) zu erläutern,<br/> PWM-Konverter mittels gemittelter Schaltermodelle zu analysieren,<br/> die Möglichkeiten der gemittelten Schaltermodelle während der verschiedenen Phasen bei der Entwicklung getakteter Stromversorgungen zu beurteilen,<br/> die Beschreibung linearer Netzwerke im Zustandsraum und deren Lösung zu erläutern,<br/> den Lösungsweg zur Analyse von Konvertern im Zustandsraum zu skizzieren,</p>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>beliebige Konverter mit Hilfe der zeitdiskreten Modellierung im Zustandsraum zu analysieren,<br/> Anwendungsbeispiele für den Einsatz von Netzwerkanalyseprogramme (z.B. SPICE) im Bereich der Schaltnetzteilentwicklung zu benennen, Gültigkeit, Genauigkeit und Anwendbarkeit von Herstellermodellen kritisch zu hinterfragen,<br/> Aufwand, Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Simulationsmethoden im Bereich der Schaltnetzteiltechnologie zu bewerten,<br/> Sinn und Zweck der verschiedenen Kleinsignalübertragungsfunktionen zu beschreiben,<br/> den Begriff Kleinsignal im Zusammenhang mit Übertragungsfunktionen zu definieren und für konkrete Simulationen die Einhaltung der Kleinsignalbedingung zu überprüfen,<br/> 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,<br/> eine Möglichkeit zur messtechnischen Bestimmung Kleinsignalübertragungsfunktionen leistungselektronischer Konverter sowie die dafür benötigten Adapter und deren Anforderungen zu diskutieren,<br/> die verschiedenen Möglichkeiten Konverter zu regeln sowie deren Vor- und Nachteile zu bewerten,<br/> 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,<br/> die erlernten Methoden für die Optimierung getakteter Stromversorgungen anzuwenden,<br/> 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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Modul  Leistungselektronik <br>Empfohlen: Modul  Schaltnetzteile   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>mündliche Prüfung, Dauer: 30 min   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | schriftlich oder mündlich (100%)<br>mündliche Prüfung 100%    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                       |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Begleitende Arbeitsblätter und in diesen angegebene Literatur |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>62030 | <b>Physikalische Chemie 1</b><br>Physical chemistry 1   | <b>5 ECTS</b>  |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Übung: A (1 SWS)<br>Übung: B (1 SWS)<br>Übung: C (1 SWS)<br>Übung: D (1 SWS)<br>Übung: E (1 SWS)<br>Übung: F (1 SWS)<br>Übung: G (1 SWS)<br>Übung: H (1 SWS)<br>Übung: I (1 SWS)<br>Vorlesung: Physikalische Chemie 1 (3 SWS) | -<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>-<br>5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Guido Sauer<br>Prof. Dr. Dirk Michael Guldi   |  |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Hans-Peter Steinrück  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundbegriffe der chemischen Thermodynamik: Temperatur, Arbeit, Wärmeaustausch, Innere Energie, Enthalpie, Wärmekapazität, Carnotscher Kreisprozess, Entropie, Hauptsätze der Thermodynamik, ideales Gas, kinetische Gastheorie, statistische Thermodynamik (Boltzmann-Statistik)</li> <li>• Chemische Thermodynamik: Reale Gase, Zweiphasengebiet, Mischphasen, Gibbssche Fundamentalgleichungen, chemisches Potenzial, Phasengleichgewichte und -übergänge, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz, Grenzflächen</li> <li>• Elektrochemie: Elektrolyte, Ionenwanderung, Leitfähigkeit, elektrochemisches Potenzial, Halbzellen, Zellspannung, Nernstsche Gleichung</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Grundbegriffe der Thermodynamik und können diese im chemischen Kontext anwenden</li> <li>• interpretieren thermodynamische Sachverhalte wie z. B. die Hauptsätze der Thermodynamik, die kinetische Gastheorie sowie die Gibbsschen Fundamentalgleichungen</li> <li>• erläutern die Grundprinzipien von Gleichgewichten und wenden diese auf Phasendiagramme und Phasenübergänge an</li> <li>• beschreiben chemische Gleichgewichte und Grenzflächengleichgewichte und erschließen Zusammenhänge mit Phasengleichgewichten</li> <li>• geben die Grundlagen der Elektrochemie wieder</li> <li>• diskutieren die Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit und des elektrochemischen Potenzials von verschiedenen Parametern wie z. B. Konzentration und Temperatur</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>wenden physikalisch-chemische Gesetze zur Lösung von Übungsaufgaben an und berechnen physikalische Größen.</li> </ul>                                    |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>GOP-Bestandteil!* (*GOP = Grundlagen- und Orientierungsprüfung)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>G. Wedler, H.-J. Freund: Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley-VCH);</li> <li>P. W. Atkins, C. A. Trapp: Physikalische Chemie (Wiley-VCH)</li> </ul> |

|   |                                   |  |               |
|---|-----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>145947 | <b>Hochfrequenzmesstechnik</b><br>Microwave Measurements | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Vorlesung mit Übung: Hochfrequenzmesstechnik (4 SWS)     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Jan Steffen Schür                               |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>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.</p> <p>In der Vorlesung in Kombination mit praktischen Übungen werden typische Geräteklassen der HF-Messtechnik, deren Aufbau und Anwendungsgebiete detailliert vorgestellt und Messaufgaben demonstriert.</p>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p><b>Fachkompetenz</b><br/>Verstehen<br/>Die Lernenden verstehen den Aufbau und die Funktionsweise von typischen Baugruppen in HF-Messgeräten.<br/>Sie können das Zusammenwirken der einzelnen Baugruppen beschreiben.</p> <p><b>Anwenden</b><br/>Die Lernenden können Gerätekonzepte vergleichen und durch Rechnungen abschätzen, welche Anforderungen an Messgeräte durch die jeweilige Messaufgabe gestellt werden.</p> <p><b>Analysieren</b><br/>Lernende können alternative Gerätekonzepte für eine Messaufgabe differenzieren und gegenüberstellen.</p> <p><b>Evaluieren (Beurteilen)</b><br/>Lernende können aus der Kenntnis der Funktionsweise und des Aufbaus eines Messgeräts unter Berücksichtigung der Messanforderungen HF-Messtechnik evaluieren.</p> <p><b>Erschaffen</b><br/>Lernende können mit dem vermittelten Wissen Messgeräte konzipieren und unter Anwendung der zugrundeliegenden Theorie Blockschaltbilder für ein Gerätekonzept erstellen und die Leistungsfähigkeit abschätzen.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 2022<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 2022   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | mündlich   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <p>Thumm, M., Wiesbeck, W., Kern, S.: Hochfrequenzmeßtechnik. B.G. Teubner, Stuttgart, 1997</p> <p>Schiek, B.: Grundlagen der Hochfrequenz-Messtechnik, Springer-Verlag, Berlin, 1999</p> <p>Hiebel, M.: Grundlagen der vektoriellen Netzwerkanalyse, München: Rohde &amp; Schwarz GmbH, 2006</p> <p>Rauscher, Ch.: Grundlagen der Spektrumanalyse, München: Rohde &amp; Schwarz GmbH, 2004</p> <p>Dunsmore, J.P.: Handbook of Microwave Component Measurements Hoboken, NJ: John Wiley &amp; Sons, 2012</p> <p>Bonaguide, G.; Jarvis, N.: The VNA Applikation Handbook, Boston, London: Artech House, 2019</p> |



|   |                                  |  |          |
|---|----------------------------------|--|----------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97770 | <b>Hauptseminar Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation</b>  | 2,5 ECTS |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: Ausgewählte Kapitel der Navigation und Identifikation: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (2 SWS) | 2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Sebastian Klob   |          |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger<br>Prof. Dr. Jörn Thielecke  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Sommersemester: Radio-/ Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID)</b></p> <p>Das Themenspektrum des Seminars im Sommersemester besitzt als Schwerpunkt die Bereiche Radio-/Hochfrequenz-Identifikationssysteme (RFID) und Telemetrie. Während des ersten Seminartermins werden den Studierenden Betreuer und Themen zugeteilt, wobei die Themen im Forschungsbereich des jeweiligen Betreuers liegen. Mit Unterstützung des Betreuers wird ein 30-minütiger Vortrag ausgearbeitet, der im Laufe des Seminars vorgetragen werden muss. Zusätzlich ist eine sechsseitige Ausarbeitung zu schreiben, die wissenschaftlichen Gesichtspunkten genügen muss. Ein fünfminütiger Probevortrag bietet die Möglichkeit, vor dem eigentlichen Vortrag eine Rückkopplung über den eigenen Vortragsstil zu erhalten und die Zielsetzung des Seminars besser zu verstehen. Probevorträge und die Vorträge selbst (30 Min.) werden mit der Kamera aufgezeichnet, um anschließend den Vortragsstil besser diskutieren zu können.</p> <p><b>Wintersemester: Roboternavigation</b></p> <p>Thematisch befasst sich das Seminar mit der Navigation von Robotern bis hin zum autonomen Fahren von Autos, z.B. pilotiertem Fahren. Themenschwerpunkte können beispielsweise sein: Sensoren, GPS, Trägheitsnavigation, laserbasierte Navigation, kamerabasierte Navigation, Sensordatenfusion, Filtermethoden, automatisierte Kartenerstellung, Simultaneous Localization and Mapping, maschinelle Lernverfahren oder Wegeplanung. Für das Seminar werden circa 10 aktuelle Themen aus diesen Bereichen ausgewählt, die von den Studierenden bearbeitet werden können.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sie sollen lernen, sich ein wissenschaftliches Thema selbständig zu erarbeiten und eine didaktisch durchdachte Präsentation vorzubereiten.</li> <li>2. Sie sollen lernen unter Einhaltung von Zeitvorgaben, Ihre Erkenntnisse publikumsangepasst zu vermitteln.</li> <li>3. Sie sollen Ihre verbale sowie nonverbale Kommunikation weiterentwickeln.</li> <li>4. Sie sollen ansatzweise lernen, wie eine wissenschaftliche Veröffentlichung aussehen sollte.</li> </ol> <p>Selbstkompetenz Fähigkeit und Bereitschaft, sich weiterzuentwickeln und das eigene Leben eigenständig und verantwortlich im jeweiligen sozialen, kulturellen bzw. beruflichen Kontext zu gestalten,</p>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | Selbstkritische Einschätzung des Kompetenzniveaus bei der Vor- und Nachbereitung von Lehrveranstaltungen. Selbstkritische Bewertung der Studienleistungen. Sozialkompetenz Der Absolvent ist in der Lage, zielorientiert mit seinen Kommilitonen sowie externen Fachleuten und fachfremden Dritten zusammenzuarbeiten. Hierbei ist er in der Lage, fachliche und soziale Situationen zu erfassen, sich mit ihnen rational und verantwortungsbewusst auseinanderzusetzen sowie dadurch seine Arbeits- und Lebenswelt mitzugestalten. |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 6   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Portfolio   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Portfolio (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                   |  |                 |
|---|-----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>812723 | <b>Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung</b><br>Seminar modern trends in electrical power systems | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Hauptseminar: Seminar Moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung (2 SWS)                                       | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Tobias Lorz<br>Prof. Dr. Johann Jäger  |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Johann Jäger  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Es werden Themen aus folgenden Schwerpunkten angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Windkraftanlagen</li> <li>• Kernfusion - Energie der Zukunft?</li> <li>• Hochtemperatur-Supraleiter (HTSL) in der elektrischen Energieversorgung</li> <li>• Liberalisierung des Strommarktes</li> <li>• Energiefragen und Energiesparen</li> </ul> <p>Die einzelnen Themen und nähere Informationen sind zu finden auf <a href="http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml">http://ees.eei.uni-erlangen.de/studium-lehre/hauptseminare/ste.shtml</a></p>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden kennen moderne Trends in der elektrischen Energieversorgung und verstehen die technischen Zusammenhänge moderner Trends in der elektrischen Energieversorgung.</p> <p>Nach der Teilnahme an diesem Seminar sind die Studierenden zudem in der Lage sich eigenständig in ein neues Themengebiet einzuarbeiten, eine strukturierte Recherche zur Auffindung relevanter Quellen durchzuführen, Quellen nach ingenieurwissenschaftlichen Grundsätzen zu analysieren und zu bewerten, strukturiert eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung anzufertigen, behandelte Thematik für eine zeitlich begrenzte Präsentation vor Fachpublikum aufzubereiten, die Grundsätze der Präsentationstechnik anzuwenden und sich der fachlichen Diskussion vor Wissenschaftlern zu der ausgearbeiteten Thematik stellen.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 0 h<br>Eigenstudium: 75 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                             |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |  |

|   |                                  |   |                      |
|---|----------------------------------|---|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47657 | <b>Legged Locomotion of Robots + Laborprojekt (LLR-L)</b><br>Legged locomotion of robots + laboratory project (LLR-L) | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Seminar: Legged Locomotion of Robots (2 SWS)<br>Praktikum: Legged Locomotion of Robots Laborprojekt (2 SWS)           | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         |   |                      |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Anne Koelewijn   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Legged robotics help researchers understand human and animal locomotion. Furthermore, legged robots have many different applications, for example to aid in dangerous environments and in rehabilitation. Active prosthetics and exoskeletons improve gait of people with a disability, like a spinal cord injury or an amputation. The goal of this seminar is to become familiar with different algorithms and analysis methods that are used for legged robotics. Important concepts here are the energetics and the stability. Robots should be energy efficient, in the case of an exoskeleton to not lose battery power for a day. Obviously, stability is important to avoid falls. Each student will perform a literature review of a specific concept related to robot locomotion. The concepts can be chosen from a list, or the student can propose their own topic. In addition, students will do a lab project. This will require the student to implement the chosen concept in simulation or in practice. |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Fachkompetenz<br>Wissen <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ The students understand the theoretical background of concepts of robot locomotion.</li> <li>◦ The students are able to differentiate between different concepts of robot locomotion.</li> <li>◦ The students are able to understand the stability and energetics in robot locomotion.</li> <li>◦ The students are able to transfer their knowledge about robot locomotion to new use cases. Analysieren The students are able to analyse and discuss new ideas and research potentials for robot locomotion.</li> </ul> </li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)                   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester                    |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                               |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |  |                      |
|---|----------------------------------|--|----------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96905 | <b>Ressourceneffiziente Produktionssysteme</b><br>Resource-efficient production systems                                      | <b>5 ECTS</b>        |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme (2 SWS)<br>Übung: Ressourceneffiziente Produktionssysteme - Übung (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                         | Simon Sauer<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp  |                      |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Nico Hanenkamp   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energieerzeuger und Energieverbraucher in der Produktion</li> <li>• Stoff- und Energiestrommodellierung</li> <li>• Energiemanagement in der Produktion</li> <li>• Energiedatenerfassung</li> <li>• Informationstechnik zur Ressourceneffizienz</li> <li>• Materialeffizienz und Abfallmanagement</li> <li>• Produktbilanzierung</li> <li>• Planung von Produktionsanlagen</li> <li>• Fabrikplanung</li> <li>• Technische Gebäudeausrüstung</li> <li>• Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Energieträger innerhalb der Fertigung</li> <li>• kennen Energieerzeuger, Wandler und Verbraucher</li> <li>• kennen die Gestaltungsrichtlinien eines Energiewertstroms</li> <li>• kennen die DIN EN ISO 50001 zum Energiemanagement</li> <li>• kennen die bedeutendsten Maschinenelemente zur Steigerung der Ressourceneffizienz von Produktionsanlagen</li> <li>• kennen ressourceneffiziente Komponenten zur Gebäudeausrüstung</li> </ul> <p>Verstehen<br/>Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Anwendung von Sankey Diagrammen</li> <li>• verstehen die Ökobilanz und Carbon Footprint</li> <li>• verstehen die Messtechnik zur Ermittlung von Energiedaten</li> <li>• verstehen das Management von Energiedaten innerhalb der Automatisierungspyramide</li> <li>• verstehen die Bedeutung der Materialeffizienz</li> <li>• verstehen die Ökodesign-Richtlinie der EU</li> <li>• verstehen die Vorgehensweise zur ressourceneffizienten Planung einer Fabrik</li> <li>• verstehen Führungsinstrumente für das Ressourcenmanagement</li> </ul> <p>Anwenden<br/>Die Studenten/Studentinnen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können einen Energiewertstrom aufnehmen</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die richtigen Messmittel zur Aufnahme von Energiedaten auswählen</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | schriftlich oder mündlich<br>Klausur, Dauer (in Minuten): 60<br>wird als elektronische Prüfung durchgeführt   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | schriftlich oder mündlich (100%)<br>Klausur, 100 %  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neugebauer R. Handbuch Ressourcenorientierte Produktion; 2014 Carl Hanser Verlag München Wien</li> <li>• Hopf H. Methodik zur Fabrikssystemmodellierung im Kontext von Energie- und Ressourceneffizienz; 2016 Springer Fachmedien Wiesbaden</li> <li>• Grundig C. Fabrikplanung Planungssystematik- Methoden-Anwendungen; 2015 Carl Hanser Verlag München</li> </ul> |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45436 | <b>Aeroacoustics</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | apl. Prof. Dr. Stefan Becker  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• strömungsmechanische Grundlagen (Grundgleichungen, Turbulenz, Wirbelstärke, Kompressible Strömungen)</li> <li>• Akustik (Wellengleichung, Greensche Funktion, Monopol, Dipol und Quadrupole)</li> <li>• Akustische Analogie (Lighthill-Analogie, Curle-Theorie, Vortex-schall, APEGleichungen)</li> <li>• Aeroakustische Messverfahren und Messeinrichtungen</li> <li>• Hybride numerische CAA-Verfahren</li> <li>• Anwendungen: Tonaler Schall: Zylinder</li> <li>• Breitbandlärm: Stufe Freistrahllärm, Tragflügelärm, Turbomaschinen</li> <li>• Windenergieanlagen, Akustik der menschlichen Stimme</li> <li>• Beurteilung der Schallwahrnehmung</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen und erklären die Grundlagen der strömungsinduzierten Schallabstrahlung und deren Einfluss auf den Menschen</li> <li>• erhalten in der Verbindung von Strömungsmechanik, Strukturmechanik und Akustik Kompetenzen in der Behandlung komplexer physikalischer Systeme</li> <li>• können experimentelle und numerische Verfahren zur Lösung aeroakustischer Probleme anwenden</li> <li>• analysieren sehr aktuelle Fragestellungen und Anwendungen, die sich von der Medizintechnik über die Fahrzeugakustik, Prozessanlagen bis hin zur Akustik von Windenergieanlagen erstrecken</li> </ul>                                   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel<br>mündlich, 30 min  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Lehrbuch: Grundlagen der Strömungsmechanik, Franz Durst</li><li>• Vorlesungsskript: Strömungsakustik, Kaltenbacher/Becker</li></ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>57121 | <b>Introduction to Sustainable Technology Management</b><br>Platform strategies   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Markus Beckmann<br>Rabab Saleh   |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Companies are seen as key drivers of sustainable technology development. They decide on which technologies to develop, materials to use in production, resources to invest, and risks to take while focusing on the environmental, economic, and social impacts that the new sustainable technology implies.</p> <p>This seminar focuses on sustainable technology management from a business perspective. It aims at addressing technology development processes, challenges, and drivers that shape companies' sustainable technology management strategies. The seminar offers both:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• theoretical frameworks on sustainable technology management in companies; and</li> <li>• case-study examples from technology-based sectors such as energy and mobility.</li> </ul> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | The participants will learn about sustainable technologies in a management and strategy context. In addition, they will be able to understand, analyze, and develop managerial solutions for sustainable technology development within organisations.  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Hausarbeit   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Hausarbeit (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | Unregelmäßig   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>45084 | <b>Cooling of Power electronics</b>   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Philipp Schlatter  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview power electronics, components and heat sources</li> <li>• Basics of thermofluid dynamics, Navier-Stokes equations, fundamental equations of thermodynamics, energy balance</li> <li>• Fundamentals of turbomachinery and their application in cooling technology</li> <li>• Heat exchanger and heat transfer</li> <li>• Printed circuit board (PCB) cooling systems</li> <li>• Two phase flow behaviour</li> <li>• Two phase cooling: phase change materials, Heat pipe, pulsation heat pipe</li> <li>• Working limits of pulsating heat pipes</li> <li>• Computational fluid dynamics and optimization</li> <li>• Measurement methods for thermofluid dynamics</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p><i>Students will</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand the current challenges of power electronics, their applications, and why they need to be cooled.</li> <li>• learn the fundamentals of fluid mechanics and thermodynamics for power electronics cooling</li> <li>• learn the basics of turbomachinery cooling and how it can be used</li> <li>• have the knowledge about specific cooling concepts for electrical components and the advantages and disadvantages of these concepts.</li> <li>• get an introduction about the fundamentals of two-phase flows</li> <li>• learn about new cooling concepts such as heat pipes and phase change materials.</li> <li>• perform initial flow simulations with heat sources and learn the basics of numerical thermal flow simulation.</li> <li>• can apply different experimental techniques and how to design test rigs for the experiments</li> </ul> <p><i>By attending the lectures, students will be able to understand the fundamentals of power electronics cooling concepts, understand novel cooling concepts and apply them to current problems in industry and research. Through hands-on labs, students will gain an understanding of computational fluid dynamics and how it can be used to make cooling more efficient and resource-conserving.</i></p> |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Module: Strömungsmechanik I (recommendation)</li> <li>• Module: Fluid Dynamics (recommendation)</li> <li>• Module: Thermodynamik (recommendation)</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M.Sc. Maschinenbau - MB</li> <li>• M.Sc. Electromobility - ACES</li> <li>• M.Sc. Computational Engineering - CE</li> <li>• M.Sc. Energietechnik - ET</li> <li>• M.Sc. Mechatronik - MT</li> <li>• M.Sc. Medizintechnik - MT</li> <li>• M.Sc. Chemical Engineering – CEN</li> <li>• M.Sc. Chemie- und Bioingenieurwesen – CBI</li> <li>• M.Sc. Clean Energy Processes - CEP</li> </ul> |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel</p> <p>written exam 90 min</p> <p>Exercise: successful participation</p>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Variabel (100%)</p> <p>Lecture: 100% of the module grade</p>  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 4 SWS - 60 h</p> <p>Eigenstudium: 60 h</p>   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Book: Basics of Fluid Dynamics, F. Durst</li> <li>• Book: Computational Aerodynamics and Aeroacoustics, Tapan Sengupta</li> <li>• Book: Fundamentals of Turbomachines, Erick Dick</li> <li>• Book: Oscillating Heat Pipes, Hongbin Ma</li> </ul>  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47626 | <b>Seminar AI and Digitalization in Healthcare</b><br>Seminar AI and digitalization in healthcare | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: AI and Digitalization in Healthcare (2 SWS)   | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr. Janina Beilner  |               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr. Janina Beilner<br>Michael Nissen   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projected Newton-Euler equations (Kanes equations)</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Recursive kinematics</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• One-dimensional force laws</li> <li>• Ideal constraints</li> <li>• Numerical methods for differential algebraic equations</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> </ul>  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>The students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system using the projected Newton-Euler equations,</li> <li>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotation matrices and how to transform one into the other,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind and how to solve these using appropriate numerical schemes,</li> <li>• know different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems</li> </ul> <p>Anwenden<br/>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• implement a simulation software for multibody systems in Python.</li> </ul> |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• basic knowledge of dynamics</li> <li>• linear algebra</li> <li>• differential equation</li> <li>• basic knowledge programming in Python.</li> </ul>   |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Seminarleistung<br>Presentation (30 min.) + Written Report (ca. 10 pages) |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)<br>Presentation (50 %) + Written Report (50 %)     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                                   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97001 | <b>Bruchmechanik</b><br>Fracture mechanics                      | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Bruchmechanik / Fracture Mechanics (4 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Paras Kumar   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview of the fracture/failure modeling process including basic terminologies</li> <li>• Physical origins of fracture – the microscopic picture of failure</li> <li>• Review of small strain elasticity theory</li> <li>• Analytical solution methods for planar elasticity problems – polar coordinate and complex potential methods</li> <li>• Development of analytical solutions for problems involving inhomogeneities of different shapes and sizes</li> <li>• Fundamental concepts, applications and limitations of Linear elastic fracture mechanics</li> <li>• Elastoplastic Fracture Mechanics – including plastic deformation in the fracture process</li> <li>• Overview of computational methods in sharp crack modeling</li> <li>• Phase-field fracture modeling – an example of diffuse crack modeling</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Overview of the physical phenomenon accompanying the fracture of an engineering structure</li> <li>• Competence in developing analytical solutions to complex boundary value problems of linear elasticity, with particular focus on stress concentrations</li> <li>• Knowledge of various fracture criteria, their interconnections and applicability to different materials</li> <li>• Understanding the implications of employing linear elasticity assumption to fracture modeling and the importance of including inelasticity</li> <li>• Overview of the phase-field method for crack propagation</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basic course on mechanics of deformable solids such as "Statik, Elastostatik und Festigkeitslehre (SEF)"</li> <li>• Some prior knowledge about elastoplasticity and three-dimensional elasticity as obtained in courses like "Material Modeling and Simulation (MatMod)" or "Höhere Festigkeitslehre (HF)" or some other course on advanced strength of materials.</li> <li>• Knowledge of finite element method for problems in linear elasticity as obtained by courses like "Introduction to Finite Element Method (IFEM)" or "Finite Elemente Methode (FEM)"</li> <li>• A course on linear continuum mechanics is highly recommended but not strictly necessary.</li> </ul>  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | mündlich<br>Bruchmechanik/Fracture Mechanics (exam number: 70011)<br>Exam type: variable (to be decided during the semester),<br>Duration: TBD<br>5 ECTS  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | mündlich (100%)<br>Share in the calculation of the module grade: 100.0 %  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | Unregelmäßig  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Lecture notes with detailed bibliography will during the lecture.<br><br>Some of the primary references include <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dietmar Gross, Thomas Seelig. Fracture Mechanics: With an Introduction to Micromechanics. Third Edition. Springer, 2018.</li> <li>• Dietmar Gross, Thomas Seelig. Bruchmechanik: Mit einer Einführung in die Mikromechanik. Sechste Auflage. Springer, 2016.</li> <li>• C.T. Sun, Z.-H. Jin. Fracture Mechanics. Academic Press, 2012.</li> <li>• Ted L. Anderson. Fracture Mechanics: Fundamentals and Applications. Fourth Edition. CRC Press, 2017.</li> <li>• Emmanuel E. Gdoutos. Fracture Mechanics: An Introduction, Third Edition, Springer, 2020</li> <li>• Martin H. Sadd. Elasticity: Theory, Applications, and Numerics. Third Edition. Academic Press, 2014.</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92318 | <b>Introduction to Microwave Engineering</b><br>Introduction to microwave engineering   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>The module deals with the elementary passive components of electrical engineering and their properties at microwave frequencies. In addition to the theory and the properties of passive components, important application-specific aspects are dealt with. In the first part the focus is on the structure and properties as well as the frequency dependence of real resistors, capacitors, coils, transformers and resonance elements. As a basis for this, the skin effect and the polarisation mechanisms in dielectric and magnetic media are discussed. The properties of electrical transmission lines - as an example of an electromagnetic component that is larger than the wavelength in at least one dimension - form a further component. Within this framework, the transmission line theory of Lecher and the use of transmission line as transformation elements are dealt with. As an aid for line transformations, the Smith chart is introduced, which is used for processing circuit tasks. Furthermore, the properties and applications of common waveguides at microwave frequencies, such as coaxial or planar waveguides, are discussed. Finally, the wave quantities and the scattering parameter representation for describing microwave electrical components and networks are introduced.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>On successful completion of this module, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know and understand the RF properties of real concentrated components</li> <li>• Know and understand microwave waveguides and their interconnections</li> <li>• Evaluate the above mentioned passive components with respect to their characteristics at microwave frequencies</li> <li>• Calculate the characteristics of frequency-dependent transmission properties of passive components</li> <li>• Design basic microwave circuits with waveguides, transmission lines and interconnects</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrical Engineering I - II</li> <li>• Mathematics I-II</li> <li>• Signal Theory (in parallel to Introduction to Microwave Engineering)</li> </ul>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Major Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Klausur (90 Minuten)<br>examination: written test (90 minutes)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steer, M., Microwave and RF Design (Third Edition, 2019), Fundamentals + 5 additional issues, NC State University, 2019, Open Access, Download: <a href="https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.20/36776">https://repository.lib.ncsu.edu/handle/1840.20/36776</a></li> <li>• Rizzi, P. A., Microwave Engineering, Passive Circuits Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1988</li> <li>• Pozar, D. M., Microwave Engineering John Wiley &amp; Sons, New York, 2. Auflage, 1998</li> </ul> |

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

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Das Automobil ist zunehmend eines der komplexesten Industriegüter. Es ist geprägt durch gesellschaftliche Anforderungen, gesetzliche Restriktionen und unterschiedlichste Markt- und Kundenwünsche weltweit.</p> <p>Lernen Sie die Herausforderungen für die Ingenieurwissenschaften in der Automobilindustrie kennen, die Zusammenhänge verstehen und die Lösungen zu erarbeiten.</p> <p>Folgende thematischen Schwerpunkte werden im Modul behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick über die Abläufe und Rahmenbedingungen für die Entwicklung in der Automobilindustrie.</li> <li>• Die Produktentstehung</li> <li>• Der Produktionsprozess in der Automobilindustrie</li> <li>• Integrierte Absicherung</li> <li>• Handelsorganisation: Markteinführung, Marketingkonzepte, Service und Aftermarket Strategien</li> <li>• Elektrifizierung, Hybrid, alternative Antriebe</li> <li>• Elektronik im Fahrzeug: Fahrerassistenz, Navigation, Kommunikation</li> <li>• Neue Technologien für die Herstellung von Karosserien</li> <li>• Passive und aktive Sicherheit. Trend und Markttendenzen, technische Lösungen</li> <li>• Entwicklung der Fahrdynamik</li> <li>• IT-Systeme in der Automobilindustrie</li> <li>• Spitzenleistungen als faszinierende Herausforderungen (Designstudien, Experimentalfahrzeuge, Rennsport)</li> <li>• Qualitätsmanagement</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Nach besuch des Moduls sind die Studierenden in der Lage:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einen Überblick über die Produktentstehung bin hin zur Serienentwicklung zu geben</li> <li>• Die Produktionsprozesse im Automobilbau zu verstehen</li> <li>• Supportprozesse wie die integrierte Absicherung zu verstehen</li> <li>• Die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Antriebstechnologien zu nennen</li> <li>• Einen Überblick von Elektrik und Elektronik im Fahrzeug zu haben</li> <li>• Einflüsse auf die Fahrzeugdynamik zu verstehen</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97281 | <b>Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin</b><br>Laser-based processes in industry and medicine | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin (4 SWS)                                       | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt<br>Dr.-Ing. Florian Klämpfl   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung des Lasers in verschiedenen Fertigungsprozessen</li> <li>• Strahlführung und Formung</li> <li>• Simulation von Laserprozessen</li> <li>• Erzeugung ultrakurzer Laserpulse und deren Anwendung</li> <li>• Anwendung des Lasers in der Augenheilkunde und zur Gewebebearbeitung</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Laserbasierte Prozesse in Industrie und Medizin:<br/>Die Studierenden beschreiben die Mechanismen bei der Interaktion von Laserstrahlung mit Materie. Darüber hinaus abstrahieren die Studierenden die besonderen Herausforderungen bei der Anwendung von Lasern in der Fertigung. Die Studierenden klassifizieren ferner die Messprinzipien auf der Mikro- u. Nanoskala und vergleichen die Prinzipien der Strahlführung und Strahlformung. Die Studierenden stellen außerdem die Erzeugung ultrakurzer Laserpulse dar und die Studierenden fassen die Grundlagen und Anwendungsgebiete der Simulation in der Lasertechnik zusammen. Die Studierenden schildern die Herausforderungen der Medizin an die Lasertechnik und veranschaulichen die Vorteile des Lasers in der Ophthalmologie und der Gewebebearbeitung.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br/>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h<br/>Eigenstudium: 90 h</p>   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |

|    |   |         |
|----|---|---------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |         |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94535 | <b>Maßgeschneiderte Prozesstechnologien</b><br>Tailored process technologies  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | 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  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 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.</li> </ul> </li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |

|    |   |         |
|----|---|---------|
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |         |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92241 | <b>Modeling of Control Systems</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Thomas Moor   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ordinary differential equations as models of engineering processes</li> <li>• State space representation and linearisation</li> <li>• Control engineering models of mechanical systems</li> <li>• Control engineering models of chemical processes</li> <li>• Numerical methods for the solution of ordinary differential equations</li> </ul>   |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain how to derive models for engineering processes</li> <li>• develop models for the control of basic technical processes</li> <li>• develop models for complex mechanical systems</li> <li>• explain established models for basic chemical processes</li> <li>• discuss and evaluate methods for the numerical solution of ordinary differential equations</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (90 Minuten)  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Woods, R.L., Lawrence, K.L.: Modeling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997  |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47595 | <b>Seminar The why and how of human gait simulations</b><br>Seminar: The why and how of human gait simulations  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Anne Koelewijn   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In this module, students will analyse, present and discuss issues and topics concerning the usage of biological signals in rehabilitation and assistive robotics, including the correct placement and use of the associated sensors, the techniques to condition the signals, sensor fusion, feature extraction and the usage of machine learning applied to such kind of signals.</p> <p>Besides reflecting on contemporary literature, the students are asked to draw own conclusions and suggest directions for future research.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | On successful completion of the module, students will be familiar with sensors and signals used in rehabilitation and assistive robotics, both theoretically and practically. They will also be able to deduce potential new research lines from recent developments.  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended: basic maths, especially statistics; fundamentals of signal processing and machine learning.   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Seminarleistung  |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Seminarleistung (100%)   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt!  |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 120 h   |  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  |  |  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• [2002] Control of Multifunctional Prosthetic Hands by Processing the Electromyographic Signal, M. Zecca, S. Micera, M. C. Carrozza and P. Dario.</li> <li>• [2010] Control of Hand Prostheses Using Peripheral Information, S. Micera, J. Carpaneto and S. Raspopović.</li> <li>• [2015] A survey of sensor fusion methods in wearable robotics, D. Novak and R. Riener</li> </ul>  |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93873 | <b>Advanced Deep Learning</b><br>Advanced deep learning   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|   |  |  |  |
|---|--|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Vincent Christlein  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Deep Learning-based algorithms showed great performance in many fields of image processing and pattern recognition and compete with technologies such as compressive sensing and iterative optimization. The basis for the success of these algorithms is the availability of large amounts of data (big data) for training and of high computing power (typically GPUs or TPUs).</p> <p>In this course we will explore advanced deep learning methods. In particular, we will aim to develop a deeper understanding of topics beyond SGD optimization, CNNs and simple RNN networks, for example: attention in neural networks, self- and unsupervised learning, representation learning, multi-task and multi-modal learning, as well as diffusion and energy-based models. The selection of topics will be continuously adapted to reflect current research interests at high-impact conferences like CVPR, ICCV/ECCV, NeurIPS, ICLR and ICML. The goal of this is course is to develop both a sound theoretical understanding of these approaches and identify areas of application for these advanced techniques. This will be complemented by programming exercises to facilitate an in-depth understanding. Where suitable, we will further discuss ethical and societal implications of the discussed machine learning methods.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>By the end of this course, students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand advanced techniques in deep learning</li> <li>• identify a suitable approach as well as its benefits and shortcomings</li> <li>• discuss the technical requirements of different approaches</li> <li>• read and discuss recent papers in the discipline</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>We strongly recommend students to have acquired a thorough understanding of fundamental Machine Learning and Deep Learning techniques, e.g., from the lecture + exercises "Deep Learning".</p> <p>Furthermore, programming experience in Python and Pytorch will be necessary to complete the exercises.</p>  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Übungsleistung<br>Klausur (60 Minuten)                       |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Übungsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Klausur (100%) |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h                      |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97065 | <b>Battery Storage Systems</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Susanne Lehner  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Main focus areas of the lecture are</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Application areas and their special features for electrochemical energy storage systems</li> <li>• Technologies and their differentiation: lead, Li-ion, NiMH, RedoxFlow, future technologies</li> <li>• Basic concepts of battery technology: current &amp; capacity, charging processes and characteristics, simple models</li> <li>• Models, designs, structure and contacting of cells, interconnection of batteries</li> <li>• Basic concepts of electrochemistry: thermodynamics, electrode reactions, ageing effects</li> <li>• Therm. management of batteries: Cooling systems, temperature effects, application feedback</li> <li>• Battery management systems: tasks, algorithms, charge equalization, operating limits</li> <li>• Charging technology</li> <li>• Battery modeling and service life tests</li> </ul> <p>Translated with DeepL.com (free version)</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Aufbau und Funktionsweise von Batterien und Batteriesystemen.</li> <li>• kennen die unterschiedlichen Technologien und die dahinterstehenden elektrochemischen Prozesse</li> <li>• leiten mathematische Beschreibungen und Modelle derer her.</li> <li>• analysieren Einflussfaktoren auf die Alterung und die Performance von Batterien.</li> <li>• entwerfen Regelungen für das Batteriemonitoring</li> <li>• diskutieren anwendungsspezifische Effekte und bewerten Ergebnisse.</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (60 Minuten)   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Klausur (100%)                                    |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | keine Angaben zum Turnus des Angebots hinterlegt! |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h           |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> |   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |



|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>47612 | <b>Tracking Olympiad</b>  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Hauptseminar: Tracking Olympiad (4 SWS)<br>Attendance is required throughout the seminar. | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Andreas Kist<br>Luisa Neubig<br>René Groh                                       |               |

|   |  |  |
|---|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Andreas Kist   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Computer vision is one of the major tasks and applications of artificial intelligence (AI). Gaining hands-on experience is therefore of great importance for future AI developers. In the Tracking Olympiad, students utilize latest object detection and tracking algorithms to track a freely, randomly moving object ("HexBug) in a given arena. The students will be provided with a set of videos that contain the ground-truth positional information and implement an own tracking technique.</p> <p>At the beginning of the seminar, all students are divided into teams which compete with each other to find the best strategy for tracking the HexBug. The teams tracking prediction needs to be an algorithm that incorporates each students tracking algorithm. The teams score will be evaluated by applying the teams tracking algorithm to previously unseen/withheld videos. Further, the team acquires and annotates own data to improve their tracking algorithms. Each team selects videos that are tested by the other teams algorithm and are subsequently ranked similar to a soccer league table. The aim of this seminar is to enable each student developing an own AI-powered tracking algorithm that is an integral part of a team solution.</p> <p>The Tracking Olympiad consists of two sessions in a given week, one with a journal club explaining AI tracking concepts by students and one for open Q&amp;A depending on the individual students progress with voluntary developmental time.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• will be able to create own code</li> <li>• are able to create acquire and annotate own data</li> <li>• can document their code</li> <li>• will strengthen their team skills</li> <li>• can develop tracking algorithms</li> <li>• will learn about latest AI methods</li> <li>• can present complex topics</li> <li>• can extract relevant information from journal papers</li> </ul>   |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 3  |
| 9 | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Seminarleistung<br>The seminar requires a presentation of a contemporary computer vision paper with implementing/using the published code on the seminar's dataset for each student. The student is required to create a tracking algorithm. The algorithmic details will be presented by the student in a written report (10-15 pages, JMLR style).   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Seminarleistung (100%)<br>The grade is the arithmetic mean of the talk (50%) and the written report (50%).   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Burger and Burge, Principles of Digital Image Processing (all volumes)</li> <li>• Howes and Minichino, Learning OpenCV 4 Computer Vision with Python 3</li> <li>• Sebastian Raschka, Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2</li> <li>• Aurélien Géron, Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow</li> <li>• Pereira et al., Quantifying behaviour to understand the brain, Nat Neurosci 2020</li> </ul> |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96901 | <b>NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP)</b><br>NaPe: Sustainable product development - lecture series by German Society for Product Development (WiGeP) | <b>3 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Online-Kurs: NaPe: Nachhaltige Produktentwicklung - Ringvorlesung der Wissenschaftlichen Gesellschaft für Produktentwicklung (WiGeP)   | 3 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack   |               |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in nachhaltige Produktentwicklung</li> <li>• Lebenszyklusanalyse (LCA) in der Produktentwicklung</li> <li>• Datengesteuerte LCA am Beispiel von Werkzeugmaschinen</li> <li>• Umweltwirkungen in der Nutzungsphase</li> <li>• Circular Economy und Produktentwicklung: R-Strategien, etc.</li> <li>• Konstruktion für circuläre Fabriken</li> <li>• Modularisierung als Basis für die Circular Economy</li> <li>• Nachhaltige Materialauswahl und -entwicklung</li> <li>• Leichtbau</li> <li>• Tribologie als Kernkompetenz für nachhaltige Antriebstechnik</li> <li>• Umwelt- und soziale Auswirkungen von Produkten</li> <li>• Digitale Technologien für nachhaltige Produktentwicklung</li> <li>• Risikomanagement in der nachhaltigen Produktentwicklung</li> <li>• Normen und Zertifizierungen in der nachhaltigen PE</li> </ul>  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>Fachkompetenz:</b><br/><b>Wissen:</b><br/>Die Studierenden erwerben ein umfassendes Verständnis der Prinzipien und Methoden der nachhaltigen Produktentwicklung. Sie können die Herausforderungen und Chancen in der Anwendung von Lebenszyklusanalyse (LCA), datengestützter Analyse und Circular-Economy-Ansätzen in verschiedenen Industrien bewerten. Sie erkennen den Nutzen innovativer Methoden wie Leichtbau und Modularisierung zur Förderung der Nachhaltigkeit und bewerten ihre praktische Umsetzbarkeit.<br/>Darüber hinaus verstehen die Studierenden die Bedeutung digitaler Technologien, wie IoT und KI, und deren Rolle bei der Verbesserung von Nachhaltigkeitsstrategien. Sie erlangen ein tiefes Verständnis der Tribologie in der Antriebstechnik und können den Product Carbon Footprint (PCF) durch gezielte technische Maßnahmen reduzieren. Schließlich entwickeln die Studierenden die Fähigkeit, die Auswirkungen von Produkten in der Nutzungsphase auf Umwelt und Gesellschaft zu analysieren und Maßnahmen zu deren Reduzierung zu erarbeiten.</p> <p><b>Fertigkeiten:</b><br/>Die Studierenden können Methoden der Lebenszyklusanalyse selbstständig anwenden und die daraus gewonnenen Erkenntnisse für die Optimierung von Produkten zu nutzen. Sie sind in der Lage,</p> |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>datengestützte Ansätze zur Bewertung von Umweltauswirkungen zu implementieren, um nachhaltigere Produkte zu entwickeln. Weiterhin beherrschen sie die Analyse und Anwendung von Circular-Economy-Prinzipien, einschließlich der Implementierung von Modularisierungskonzepten, um die Lebensdauer und Wiederverwertbarkeit von Produkten zu maximieren.</p> <p>In Bezug auf digitale Technologien können die Studierenden digitale Werkzeuge wie IoT und KI einsetzen, um nachhaltige Produktentwicklungsstrategien zu unterstützen. Auch in komplexeren technischen Bereichen, wie der Tribologie und der Leichtbauweise, können die Studierenden fundierte Entscheidungen treffen, um den Product Carbon Footprint zu minimieren und die Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung sicherzustellen.</p> <p><b>Personale Kompetenzen:</b><br/> <b>Sozialkompetenz:</b><br/> Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Teams zusammenzuarbeiten, um nachhaltige Lösungen für reale Produktentwicklungs Herausforderungen zu erarbeiten.</p> <p><b>Selbstständigkeit:</b><br/> Die Studierenden können eigenständig Probleme im Bereich der nachhaltigen Produktentwicklung identifizieren und geeignete Maßnahmen zu deren Lösung entwickeln.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine speziellen Vorkenntnisse erforderlich.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (120 Minuten)  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 28 h<br>Eigenstudium: 62 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97278 | <b>Geometric Numerical Integration</b>                                  | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Geometric Numerical Integration (2 SWS)            | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro |               |

|   |                               |  |  |
|---|-------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr. Rodrigo Sato Martin de Almagro  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Existence and uniqueness of solutions</li> <li>◦ Flows</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Recurrences</li> <li>◦ Error, stability, convergence</li> <li>◦ Numerical quadrature</li> <li>◦ Runge-Kutta (RK) and collocation methods</li> <li>◦ Adjoint and composition</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Conditions for RK and collocation methods</li> <li>◦ Discrete gradient methods</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hamilton's principle and Euler-Lagrange equations</li> <li>◦ Hamilton's equations and symplecticity</li> <li>◦ Generating functions</li> <li>◦ Noether's theorem</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Symplectic RK methods</li> <li>◦ Discrete Hamilton's principle and variational integrators</li> <li>◦ Discrete Noether's theorem</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Variational error</li> <li>◦ Backward error analysis and symplecticity</li> </ul> </li> </ul> <p>In this lecture, numerical integration methods that preserve the geometric properties of the flow of a differential equation are presented. The course is divided into two parts.</p> <p>In the first part, we provide an overview of numerical integration of IVPs of ODEs. We will begin with a review of the basics of ODEs, followed by the introduction of concepts of numerical integration such as error and convergence rate. Several integration methods such as RK and collocation methods will be presented and analysed.</p> <p>In the second part, we explore the conservation properties of these methods and the geometric structure underlying many important systems. Conditions for the preservation of first integrals are derived</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>and proven, followed by a brief introduction into symmetric methods. Next, we provide an overview of Lagrangian and Hamiltonian mechanics and some insight on the geometric structure of these systems (symplecticity, Noether's theorem). Finally, we introduce the concept of symplectic integration and the construction of variational integrators. To conclude, we will present and discuss some important results explaining the properties of these.</p> <p>During the course, an introduction to Python will be given to help the students implement these methods and test their properties.</p>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• understand what an ordinary differential equation is</li> <li>• know what an initial value problem is, when a solution exists and when it is unique</li> <li>• know what a numerical solution to an initial value problem is</li> <li>• can characterise a numerical method in terms of error and convergence</li> <li>• know standard numerical integration techniques (quadrature, Runge-Kutta methods, collocation, composition...)</li> <li>• are familiar with the concept of first integral / conserved quantity</li> <li>• can argue about the conservation properties of the previously introduced methods</li> <li>• are familiar with Lagrangian and Hamiltonian systems</li> <li>• are familiar with Noether's theorem</li> <li>• are familiar with the concept of symplecticity and its relation with Hamiltonian flows</li> <li>• know how to characterise basic symplectic integrators</li> <li>• are familiar with discrete Lagrangian systems</li> <li>• can construct simple variational integrators</li> <li>• understand the concept of backward error analysis</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Recommended: solid mathematical background, notions of programming, Lagrangian mechanics and ordinary differential equations.  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>mündlich (30 Minuten)</p> <p>Übungsleistung</p> <p>Three graded reports</p> <p>Oral exam (30 min)</p>   |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | <p>mündlich (50%)<br/> Übungsleistung (50%)</p> <p>In order to pass the course, students must submit three compulsory reports on given assignments AND pass the oral exam.</p> <p>The first report consists on performing some simple coding task.</p> <p>The second and third reports will be graded according the degree of completion of the tasks and the quality and clarity of the explanations and conclusions provided.</p> <p>The weighting for the final mark is as follows</p> <p>First report: 10%<br/> Second report: 20%<br/> Third report: 20%<br/> Oral exam: 50%</p>   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• E. Hairer, G. Wanner and C. Lubich, Geometric Numerical Integration: Structure-Preserving Algorithms for Ordinary Differential Equations. Springer, 2006.</li> <li>• E. Hairer, S. Nørsett, and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. I Nonstiff problems. Springer, 1993.</li> <li>• E. Hairer and G. Wanner, Solving ordinary differential equations. II Stiff and differential-algebraic problems. Springer, 2010.</li> <li>• J. E. Marsden and M. West, Discrete mechanics and variational integrators. Acta Numerica, 2001.</li> <li>• E. Hairer, C. Lubich and G. Wanner. Geometric numerical integration illustrated by the StörmerVerlet method. Acta Numerica, 2003.</li> <li>• E. Süli and D. F. Mayers, An Introduction to Numerical Analysis. Cambridge University Press, 2003.</li> </ul> |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92861 | <b>Computational Multibody Dynamics</b>                           | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung mit Übung: Computational multibody dynamics (4 SWS)     | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker<br>Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco |               |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Dr.-Ing. Giuseppe Capobianco<br>Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamics of systems of particles</li> <li>• Particle interactions as one-dimensional force laws</li> <li>• Potential forces</li> <li>• Numerical methods for ordinary differential equations</li> <li>• Ideal bilateral constraints</li> <li>• Numerical methods for differential-algebraic equations</li> <li>• Unilateral constraints and the description of frictional contact</li> <li>• Numerical methods for mechanical systems with frictional contact</li> <li>• Dynamics of systems of rigid bodies</li> <li>• Parametrization of rotations</li> <li>• Relative kinematics and recursive kinematic algorithm</li> <li>• Inverse kinematics and inverse dynamics</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>The students will:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Potential forces</li> <li>◦ Springs, dampers, motors</li> <li>◦ Contact with Coulomb friction</li> </ul> </li> <li>• implement own simulations for multibody systems in Python (or similar).</li> </ul> <p>The students should:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• learn how to derive the equations of motions of a multibody system</li> <li>• familiarize themselves with basic numerical methods for solving ODEs,</li> <li>• be able to use ODE-solver for the numerical solution of the equations of motion,</li> <li>• know how to describe a multibody system that is subject to ideal constraints,</li> <li>• understand numerical schemes for the simulation of systems with frictional contact,</li> <li>• understand how kinematic and dynamic quantities of a multibody system can be computed recursively,</li> <li>• know different possible parametrizations of rotations,</li> <li>• can use different parametrizations of rotations to describe and implement the free rigid body and spherical joints,</li> <li>• understand the concept of one-dimensional force law to model force interactions and motors,</li> </ul> |  |



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• know and implement different approaches to inverse kinematics and inverse dynamics based on optimization,</li> <li>• know Lagranges equations of the first kind</li> <li>• be able to describe a multibody system with redundant coordinates by modeling joints as ideal constraints</li> <li>• implement own simulations for complex multibody systems,</li> <li>• familiarize themselves with numerical schemes for the simulation of constrained multibody systems,</li> <li>• understand the object-oriented code structure for the implementation of a simulation software for multibody systems,</li> <li>• be able to perform simulations of multibody systems with the software developed during the course</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>recommended: knowledge of rigid body dynamics, e.g., the module "dynamics of rigid bodies" ("Dynamik starrer Körper")</p> <p>recommended basic knowledge of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamical equations of motion</li> <li>• linear vector algebra</li> <li>• programming in Python, Matlab or similar</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Übungsleistung (30 Minuten)<br/>mündlich (30 Minuten)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programming projects (typically two) during the lecture period with graded reports</li> <li>• Oral exam (30 min)</li> </ul>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Übungsleistung (50%)<br/>mündlich (50%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reports: 50%</li> <li>• Oral exam: 50%</li> </ul>   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |  |               |
|---|----------------------------------|--|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42924 | <b>Electrical energy storage systems</b>             | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Vorlesung: Electrical Energy Storage Systems (3 SWS) | 5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr. Martin März<br>Dr.-Ing. Bernd Eckardt      |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Bernd Eckardt  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Content:</p> <p>Introduction to electric energy storage systems and their applications regarding the mode of operation and load scenarios in mobile and stationary applications</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics on electrochemical and physical energy storage systems as well as the used electronics for measuring (e.g. battery management system (BMS)) and connecting the storage to the source or load (e.g. power electronic).</li> <li>• Different electrochemical storage systems (Pb, NiCd, NiMH, NaNiCl<sub>2</sub>, Lilo), fuel cells, flywheels, capacitors and thermal storages</li> <li>• Basics on analytic calculations of necessary ratings for mobile an stationary applications according to capacity, charge and discharge power, losses and lifetime</li> <li>• Safety aspects using energy storage systems</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students who participate in this course get basic knowledge on the use and selection of different electric energy storage systems. Therefore the most common used electrochemical storage systems are presented and the specific properties are discussed. Further on storage solutions based on capacitors, flywheels and fuel cells are covered.</p> <p>The basic electric performance and the system behavior is described. For different applications the students learn to specify the necessary requirements, to work with available datasheets and to configure electric storage systems.</p>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Prerequisites:</p> <p>To succeed in this course, students will need basic knowledge in chemistry and electronics.</p>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1;2;3;4   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel (90 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (100%)   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 90 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne Akkumulatoren richtig einsetzen, 2 . überarbeitete Auflage, Andreas Jossen, Wolfgang Weydanz, ISBN: 978-3-736-99945-9</li> <li>• Handbuch Lithium-Ionen-Batterien, Herausgeber: Korthauer, Reiner (Hrsg.) , ISBN 978-3-642-30653-2</li> </ul> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97009 | <b>Uncertainty Quantification for Engineers</b>   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen oder Lehrveranstaltungsgruppen hinterlegt!<br><br>no |                 |
| 3 | Lehrende                         | Zu diesem Modul sind keine Lehrveranstaltungen und somit auch keine Lehrenden hinterlegt!           |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Gunnar Possart<br>Maximilian Ries   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- General concept of uncertainty</li> <li>- Probability theory</li> <li>- Probabilistic sampling</li> <li>- Spectral methods</li> <li>- Possibility theory</li> <li>- Interval analysis</li> <li>- Fuzzy analysis</li> <li>- Mixed and generalized approaches</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Students will</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- be able to classify uncertainties based on their source and type, choose appropriate approach and perform simulations under presence of uncertainties</li> <li>- learn probabilistic approaches required to analyze and model uncertainties in engineering structures</li> <li>- learn in details sampling based approach toward problems with uncertainties treated in a probabilistic manner</li> <li>- get familiar with spectral methods in probability theory, classical as well as the recent developments</li> <li>- learn alternative possibilistic approaches towards uncertainties in engineering structures</li> <li>- learn in details various methods of the interval arithmetic</li> <li>- learn in details various methods of the fuzzy arithmetic</li> <li>- be able to choose appropriate mixed strategy for complex problems)</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | profound knowledge of statics, elastostatics and dynamics topics, familiar with nonlinear finite element methods   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Klausur (45 Minuten)   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Klausur (100%)<br>written exam, 45 minutes, 100% of the module grade   |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | Unregelmäßig   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 25 h<br>Eigenstudium: 50 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94783 | <b>Advanced Seminar on International and Sustainable Production</b><br>Advanced seminar: International and sustainable production | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Seminar: Advanced Seminar on International & Sustainable Production (2 SWS)   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Simon Sauer   |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Nico Hanenkamp  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In this seminar, the students choose a topic out of the areas of international and sustainable production. Within international production, topics like offshoring, international supply chain management and local content creation are scientifically analyzed.</p> <p>Within sustainable production, students deal with ecological footprint, resource efficient production planning or second use of technical products (i.e. car batteries used as home batteries in their "second life"). Students present and discuss their topics within this seminar.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>The students</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Research on a scientific topic from the field of engineering sciences</li> <li>• Create a presentation on a scientific topic in this field</li> <li>• Convey their elaborated knowledge to several listeners</li> <li>• Get insights into other scientific topics from the field of engineering sciences</li> <li>• can be brought into the discussion during other lectures</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registration via StudOn (2 weeks before the semester starts)</li> <li>• limited participants (30)</li> <li>• random draw</li> </ul>  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Seminarleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentation on a topic from the field of "International and Sustainable Production" (usually in English), the presentation lasts 20 min.</li> <li>• The submission takes place as a presentation file, usually in .pptx format.</li> <li>• Active participation in discussions on other presentations</li> </ul>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Seminarleistung (100%)</p> <p>Basis of assessment: 30% presentation style, 30% content, 30% slide set, 10% participation in the discussion.</p>  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 30 h</p> <p>Eigenstudium: 45 h</p>  |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |

# Laboratory training AI and Autonomous driving



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97525 | <b>Laborpraktikum Bild- und Videosignalverarbeitung auf eingebetteten Plattformen</b><br>Laboratory course: Image and video signal processing on embedded platforms                   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Andre Kaup   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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.</p> <p>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.</p> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen die Herausforderungen von eingebetteten Plattformen</li> <li>• wenden die Programmiersprache Python für Bild- und Videosignalverarbeitungsalgorithmen an</li> <li>• erzeugen funktionsfähige Programme mit der Programmiersprache Python</li> </ul>  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Computer Vision-Algorithmen</li> <li>• bewerten die von ihnen erstellten Programme durch subjektive und objektive Vergleiche</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul>  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Das Praktikum basiert auf neun Versuchen, die im Praktikums-Skript beschrieben sind. Jeder Versuch muss zu Hause vorbereitet werden und wird vor jedem Versuch überprüft. Die Ergebnisse der vorbereiteten Aufgaben im Praktikum werden am Ende des Versuchs überprüft. Dazu müssen die Teilnehmenden die erarbeiteten Lösungen den Tutoren erläutern. Das Praktikum ist bestanden, wenn alle neun Versuche erfolgreich abgeschlossen wurden.</p> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | Das Skript zum Praktikum "Image and video signal processing on embedded platforms" wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97651 | <b>Laborpraktikum Image and Video Compression</b><br>Laborpraktikum Multimediakommunikation | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Lab Course Image and Video Compression<br>(3 SWS)                                | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Geetha Ramasubbu<br>Marc Windsheimer  |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | PD Dr. Christian Herglotz   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Programmierumgebung MATLAB</li> <li>• Realisierung der Verarbeitungsblöcke von Videocodern</li> <li>• Aufbau eines Videocodecs und optionale Erweiterungen</li> <li>• Durchführung eines subjektiven Vergleichs verschiedener Videocodecs</li> <li>• Präsentation und kritische Beurteilung der Ergebnisse</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen ein funktionsfähiges Programmsystem mit der Programmierumgebung MATLAB,</li> <li>• beurteilen die Funktionsblöcke von Video-Codern,</li> <li>• gestalten ihren eigenen Videocodec und entwickeln dazu von ihnen selbst gewählte optionale Erweiterungen,</li> <li>• bewerten die von ihnen realisierten Videocodecs durch einen subjektiven Vergleich,</li> <li>• reflektieren den Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Das Praktikum umfasst zehn Sitzungen à vier Stunden plus zwei Sitzungen à zwei Stunden, die sieben Arbeitspakete, einen subjektiven Test und eine Abschlusspräsentation beinhalten. Jedes Arbeitspaket erfordert eine Vorbereitung in schriftlicher Form und wird vor Beginn jeder Sitzung geprüft und bewertet (bestanden/nicht bestanden). Während jeder der zehn obligatorischen Laborsitzungen müssen die Studierenden Programmieraufgaben bearbeiten, die am Ende jeder Sitzung überprüft werden (bestanden/nicht bestanden). Nach diesen zehn Programmiersitzungen muss ein funktionierender Videocodec abgegeben werden. Außerdem müssen die Studierenden an einem subjektiven Test teilnehmen, bei dem die Ergebnisse des Codecs bewertet werden. In der letzten Sitzung muss jeder Videocodec von den Studierenden präsentiert werden. Ein Zertifikat über die erfolgreiche Teilnahme am Labor wird ausgestellt, wenn alle Arbeitspakete ausreichend vorbereitet und umgesetzt wurden, die Ergebnisse aller Arbeitspakete zu einem funktionsfähigen und lauffähigen Videocodec zusammengefasst wurden, der für den subjektiven Test geeignet ist, der</p> |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | subjektive Videotest durchgeführt wurde und der fertige Videocodec bei der Abschlusspräsentation vorgestellt wurde. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Das Skriptum Praktikum Image and Video Compression wird in der Einführungsveranstaltung ausgegeben.                 |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>242643 | <b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 1</b><br>Laboratory course: Photonics/Laser technology 1   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden zehn Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• *Geometrische Optik* - Fresnelgesetze - Chromatische Aberration</li> <li>• *HeNe-Laser* - Aktives Medium - Anschlagbedingung - Spektrum</li> <li>• *Gaußstrahl* - TEM00 - Abbildung durch Linsen</li> <li>• *Laser-Resonatoren* - g-Parameter Stabilitätsbereich</li> <li>• *Strahlqualität* - Multimode-Laser - Strahlparameterprodukt - Strahlprofil-Kamera</li> <li>• *Laserdioden* - FP,DFB,LED - Kennlinien - Abstrahlung - Spektrum</li> <li>• *Faseroptik* - Fasertypen - Moden - Dämpfung</li> <li>• *Singlemodefasern* - Fusionsspleißen - Laser einkoppeln</li> </ul> <p>Durch das Praktikum können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Photonik 1, zu Lasern und Photonik durch vorlesungsbegleitende Experimente vertieft werden. Dies ist die Voraussetzung, um grundlegende laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen aufgrund praktischer Experimente Aufbau und Funktion grundlegender optischer, faseroptischer und photonischer Komponenten</li> <li>• können die genannten Komponenten und Systeme sowie Laser anwendungsnah handhaben und anwenden.</li> <li>• können photonische Messmethoden in der Praxis erproben und charakterisieren.</li> <li>• können durch praktische Erfahrung Eigenschaften unterschiedlicher Lichtwellenleiter und Laser vergleichen und einschätzen.</li> </ul>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Voraussetzung: Photonik 1, kann auch parallel gehört werden.  |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science<br>Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Praktikumsleistung<br>Praktikumsleistung als Studienleistung (unbenotet): 8 Versuche, je Versuch ist ein Protokoll mit 5-10 Seiten abzugeben. Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer 5-10 minütigen mündlichen Prüfung   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Eichler, J., Eichler, H.J.: Laser. 7. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2010.<br><br>Reider, G.A.: Photonik. 3. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012.<br><br>Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd.3: Optik. DeGruyter 2004.<br><br>Saleh, B., Teich, M.C.: Grundlagen der Photonik. 2. Auflage, Wiley-VCH 2008.<br><br>Träger, F. (Editor): Springer Handbook of Lasers and Optics, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2012. |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>92507 | <b>Laborpraktikum Human-Robot Interaction</b><br>Seminar: Human-robot interaction  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br><br>Attendance is required for all six experiments. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -  |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Philipp Beckerle   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Six experiments are completed in the HRI (Human Robot Interaction) practical course. After an introduction to ROS and Python, three experiments are carried out with a Franka-Emika lightweight robot and two experiments with a humanoid NAO robot. The structure of each experiment is composed of a preparation phase, an execution phase and a reflection phase, in which the participants work in groups on tasks to create a complex application on each of the platforms.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the Robot Operating System (ROS)</li> <li>• Introduction to Python</li> <li>• Teleoperation of the lightweight robot</li> <li>• Collaboration with the lightweight robot</li> <li>• Collision detection and reconfiguration with the lightweight robot</li> <li>• Object recognition with the humanoid robot as platform</li> <li>• Object recognition with neural networks</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Upon completion of the lab course, students will be able to understand the basic concepts of ROS and design applications of a lightweight robot in terms of human-machine interaction. They will learn how humanoid robots work and assess their current state of the art.  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Students are required to complete the practical assignment of each experiment within 4 hours. The course is considered passed if all six experiments are successfully completed within the specified time. Attendance accounts to 16h and self-study to 59h.</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester   |  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |  |

|    |   |            |
|----|---|------------|
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |            |



|   |                                   |   |                                  |
|---|-----------------------------------|---|----------------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>508483 | <b>Praktikum Photonik/Lasertechnik 2</b><br>Laboratory course: Photonics/Laser technology 2 | <b>2,5 ECTS</b>                  |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Gruppe A (2 SWS)<br>Praktikum: Gruppe B (2 SWS)<br>Praktikum: Gruppe C (2 SWS)   | 2,5 ECTS<br>2,5 ECTS<br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Jasper Freitag  |                                  |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Bernhard Schmauß   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In kleinen Gruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Lasertechnik und Photonik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polarisation - Doppelbrechung - Jones-Matrizen</li> <li>• Zeitliche Kohärenz - Michelson-Interferometer Linienbreiten</li> <li>• Räumliche Kohärenz - Beugung Doppelspalt</li> <li>• Leistungs-Laserdiode - Kennlinie Wellenlängenabstimmung</li> <li>• Lichtwellenmesstechnik - Wavemeter - OSA</li> <li>• EDFA - Erbium-dotierter Faserverstärker - Faser-Laser</li> <li>• Nd:YAG-Laser - Kennlinien - Resonator - Stabilität</li> <li>• Dynamik im Laser - Q-Switch - Spiking - Sättigbarer Absorber</li> </ul> <p>Anhand der Versuche wird gelernt, moderne und komplexe laserbasierte Systeme in der Praxis einzusetzen, als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für die Präzisionsmesstechnik, in der industriellen Materialbearbeitung, in der Bioanalytik, für die Medizintechnik, in Geräten der Unterhaltungselektronik oder in der optischen Nachrichtentechnik.</p> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefen ihre wissenschaftlichen Kenntnisse im Bereich der komplexer photonischer Systeme durch praktische Experimente.</li> <li>• können fortgeschrittene technische und wissenschaftliche Experimente im Bereich Photonik / Lasertechnik selbstständig und in kooperativen Gruppen planen, durchführen und reflektieren.</li> <li>• können Sachverhalte und Ergebnisse der im Inhalt beschriebenen Experimente bewerten und vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, eigenständig Ideen zur Lösung komplexer technisch-wissenschaftlicher Messaufgaben im Bereich der Photonik und Lasertechnik zu entwickeln.</li> </ul>  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Photonik 1</li> <li>• Photonik 2 (kann vorlesungsbegleitend besucht werden)</li> </ul>   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung  |  |

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

# Laboratory training Connectivity

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97520 | <b>Laborpraktikum Digitale Signalverarbeitung</b>   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Walter Kellermann  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>In diesem Laborpraktikum wird die Theorie aus der Vorlesung Digitale Signalverarbeitung in der Praxis angewandt, unter Verwendung der Programmierumgebung MATLAB. Die behandelten Themen umfassen Quantisierung, Spektralanalyse, FIR- und IIR-Filterentwurf, Filterbänke, sowie adaptive Filter.</p> <p>Das Praktikum besteht aus 5 Versuchsterminen, an denen die Teilnehmer in Zweiergruppen Programmieraufgaben lösen, und einem 5-tägigen Block, in dem jede Gruppe ein individuelles Projekt aus dem Bereich der Digitalen Signalverarbeitung bearbeitet.</p> <p>Das Praktikum erfordert vorhandene MATLAB-Programmierkenntnisse. Es ist möglich, das Praktikum parallel zur Vorlesung Digitale Signalverarbeitung zu besuchen, allerdings ist es dazu notwendig, die jeweiligen Vorlesungsinhalte vor dem Praktikumstermin zu wiederholen, und an Übung und Tutorium teilzunehmen.</p> <p>*Contents*</p> <p>In this laboratory course the theory from the lecture Digital Signal Processing is applied in practice, using the programming environment MATLAB. The topics include quantization, spectral analysis, FIR and IIR filter design, filter banks and adaptive filters.</p> <p>The course consists of 5 guided experiments in which students work on programming problems in groups of two, and a 5-day block course where each group works on an individual project from the field of digital signal processing.</p> <p>The preparation, as well as the results of the past experiment will be examined by a short test at the beginning of each experiment. For passing the lab course, a minimum number of points from the tests and the project is required.</p> <p>The course requires previous experience in MATLAB programming. It is possible to take the course in parallel to the DSP lecture, however, revision of the relevant lecture contents before each lab lesson, and participation in the DSP exercises and tutorials is required.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erzeugen funktionsfähige MATLAB-Programme zu den einzelnen vorgezeichneten Experimenten und wenden damit das in Vorlesung und Übung erworbene Wissen an</li> <li>• analysieren und evaluieren den von ihnen implementierten Algorithmus</li> <li>• verstehen die Anforderungen praktischer Realisierungen von Algorithmen zur Digitalen Signalverarbeitung</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>reflektieren ihren eigenen Lernprozess während des Praktikums.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | dringend empfohlen: Vorlesung Signale und Systeme I & II   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Es müssen 5 Versuche erfolgreich absolviert werden und danach in Zweier-Gruppen ein wissenschaftliches Projekt bearbeitet werden, worüber eine 3 bis 4-seitige Dokumentation angefertigt werden muss. Zu Beginn jedes Versuchs wird der Stand der Vorbereitung, sowie die Versuchsergebnisse des vergangenen Termins in einem schriftlichen Testat geprüft. Für das Bestehen des Praktikums ist eine Mindestpunktzahl aus den Testaten und dem Blockpraktikum nötig</p>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>The script for this lab course will be handed out at the introductory meeting. Moreover, the following books are recommended</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>J.G. Proakis, D.G. Manolakis: Digital Signal Processing. 4th edition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2007.</li> <li>A.V. Oppenheim, R.V. Schaffer: Digital Signal Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1975.</li> <li>K.D. Kammeyer, K. Kroschel: Digitale Signalverarbeitung: Filterung und Spektralanalyse mit MATLAB®-Übungen . 8. Aufl. Teubner, Stuttgart, 2012</li> </ul> |

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

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | apl. Prof. Dr. Wolfgang Gerstacker  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Experiments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Characteristics of real mobile radio channels such as distortions and time variability</li> <li>◦ models for mobile radio channels</li> <li>◦ effects on the performance of a mobile radio system</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Principles of different equalization methods</li> <li>◦ equalizer design for GSM / EDGE</li> <li>◦ simulation of trellis-based equalizers and visualization of the results</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Principle of OFDM</li> <li>◦ implementation-relevant aspects such as nonlinearities and peak-to-average-power ratio</li> <li>◦ synchronization and equalization</li> </ul> </li> <li>• MIMO Transmission (2 experiments)</li> </ul> <hr/> <p><b>Versuche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle wie Verzerrungen und Zeitvarianz,</li> <li>◦ Modelle für Mobilfunkkanäle</li> <li>◦ Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit eines Mobilfunksystems</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzipien verschiedener Entzerrverfahren</li> <li>◦ Entzerrerdesign für GSM/EDGE</li> <li>◦ Simulation von trellisbasierten Entzerrern und Visualisierung der Ergebnisse</li> </ul> </li> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Prinzip von OFDM</li> <li>◦ implementierungsrelevante Aspekte wie Nichtlinearitäten und Spitzenwertfaktor</li> <li>◦ Synchronisation und Entzerrung</li> </ul> </li> <li>• MIMO Übertragung (2 Versuche)</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>The students</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• describe the characteristics of real mobile radio channels,</li> </ul>  |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• explain the principles of OFDM and MIMO transmission systems,</li> <li>• implement equalization and adaptation procedures in Matlab,</li> <li>• perform radio network simulations,</li> <li>• learn to develop program code,</li> <li>• work together in a small team.</li> </ul> <hr/> <h3>Die Studierenden</h3> <ul style="list-style-type: none"> <li>• charakterisieren die Eigenschaften realer Mobilfunkkanäle,</li> <li>• erklären die Funktionsweise von OFDM- und MIMO-Übertragungssystemen,</li> <li>• implementieren Entzerrungs- und Adaptionenverfahren in Matlab,</li> <li>• führen Funknetzsimulationen durch,</li> <li>• erlernen Programmcode eingeständig zu entwickeln,</li> <li>• arbeiten zielorientiert in einem kleinen Team zusammen.</li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorkenntnisse aus Vorlesungen zu Nachrichtenübertragung (Communications) und Systemtheorie (Signals and Systems); Inhalte des Moduls "Mobile Communications" sind erforderliche Voraussetzung für eine sinnvolle Teilnahme;   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• There are 8 experiments to be completed as well as an introduction to Matlab. These are described in the course materials.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• To pass the course, 8 sufficient experiment preparations and 8 sufficient experiment executions are required.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es sind 8 Versuche sowie eine Einführung in Matlab zu absolvieren. Diese sind in den Kursunterlagen beschrieben.</li> <li>• Jeder Versuch ist zu Hause schriftlich vorzubereiten. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Versuchs überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend).</li> <li>• Die Ergebnisse eines jeden Versuchs sind während der Versuchsdurchführung auf den Versuchsrechnern vorzuhalten (Programmieraufgaben) und werden zum Abschluss des</li> </ul> |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <p>Versuchs überprüft (ausreichend/nicht ausreichend).<br/> Messergebnisse sind schriftlich zu dokumentieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zum Bestehen des Praktikums sind 8 ausreichende Versuchsvorbereitungen und 8 ausreichende Versuchsdurchführungen notwendig.</li> </ul> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 35 h<br>Eigenstudium: 40 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch<br>Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Skriptum zum Praktikum Mobilkommunikation   |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95192 | <b>Praktikum Hochfrequenztechnik /<br/>Mikrowellentechnik 1</b><br>Laboratory on microwave technology 1   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden neun Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung und Messung von HF-Signalen</li> <li>• Wellenausbreitung und Reflexionsfaktormessung</li> <li>• Streuparametermessung</li> <li>• Netzwerkanalyse</li> <li>• Anpassungs-Transformatoren</li> <li>• Nichtreziproke Bauelemente</li> <li>• Resonatoren</li> <li>• Filter</li> <li>• Antennen und Strahlungsfelder</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 1, zu HF-Messtechnik, Antennen und weiteren passiven HF-Bauteilen durch vorlesungsbegleitende Experimente anwenden und vertiefen.</li> <li>• analysieren mit modernster HF-Messtechnik und Methoden passive Schaltungen und Komponenten</li> <li>• sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Filter und Antennen zu evaluieren und zu bewerten</li> <li>• erhalten einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.</li> </ul> <p>Sie sind damit in der Lage, grundlegende HF-Systeme, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten, in der Praxis einzusetzen und zu evaluieren. Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | Praktikumsleistung als Studienleistung (unbenotet): 9 Versuche, je Versuch ist ein Protokoll mit 5-10 Seiten abzugeben. Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer 5-10 minütigen mündlichen Prüfung |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (100%)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Zinke, O., Brunswig, H.: Lehrbuch der Hochfrequenztechnik, Band 1, 6. Auflage. Springer-Verlag: Berlin (2000).<br><br>Voges, E.: Hochfrequenztechnik. Hüthig Verlag (2004)  |

|   |                                   |  |                          |
|---|-----------------------------------|--|--------------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>631385 | <b>Praktikum Hochfrequenztechnik/Mikrowellentechnik 2</b><br>Laboratory on microwave technology 2  | <b>2,5 ECTS</b>          |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Praktikum Hochfrequenztechnik/<br>Mikrowellentechnik 2 Gruppe 1 (3 SWS)<br><br>Praktikum: Praktikum Hochfrequenztechnik/<br>Mikrowellentechnik 2 Gruppe 2 (3 SWS) | 2,5 ECTS<br><br>2,5 ECTS |
| 3 | Lehrende                          | Dr.-Ing. Jan Steffen Schür   |                          |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Dr.-Ing. Jan Steffen Schür  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik werden durch vorlesungsbegleitende Experimente im Praktikum vertieft. In Kleingruppen zu 2-3 Studierenden werden acht Versuche zu folgenden Themen der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochfrequenzverstärker</li> <li>• Mischer und Frequenzvervielfacher</li> <li>• Hochfrequenzoszillatoren</li> <li>• Rechnergestützter HF-Schaltungsentwurf</li> <li>• 3D-Feldsimulation von HF-Komponenten</li> <li>• Antennenentwurf</li> <li>• Verstärkerentwurf</li> <li>• Satellitenfunk</li> </ul> <p>Derartige Systeme werden eingesetzt z.B. für Radaranwendungen, in einer Vielzahl von drahtlosen Kommunikationsanwendungen, im Automobilbereich und im industriellen Umfeld der HF-Messgeräteentwicklung und Materialcharakterisierung. Durch das Praktikum erhalten die Studierenden einen praktischen Einblick in die wichtigsten Arbeitsgebiete der Hochfrequenz- und Mikrowellentechnik.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können theoretisch erworbene Kenntnisse, z.B. aus der Vorlesung Hochfrequenztechnik 2, zu HF-Messtechnik, aktiven HF-Bauteilen und HF-Simulationstechnik durch vorlesungsbegleitende Experimente analysieren und evaluieren.</li> <li>• können modernste HF-Messtechnik und Simulationssoftware anwenden und Ergebnisse vergleichen.</li> <li>• sind in der Lage, wichtige Bauelemente wie z. B. Oszillatoren und Verstärker einzusetzen und zu analysieren</li> <li>• evaluieren die technische und wissenschaftliche Bedeutung aktiver HF-Geräte in der Praxis.</li> </ul> <p>Sie sind damit in der Lage, komplexe HF-Systeme in der Praxis zu erschaffen und zu dimensionieren, die als Voraussetzung für viele Anwendungen in Wissenschaft und Technik gelten.</p>   |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochfrequenztechnik</li> </ul>   |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• HF-Schaltungen und Systeme (Praktikum vorlesungsbegleitend)</li> </ul>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>Zinke, O., Brunswig, H., Hochfrequenztechnik 1, Springer Verlag, Berlin, 1999</p> <p>Meinke, H. H., Grundlach, F.-W., Taschenbuch der Hochfrequenztechnik, Springer Verlag, Berlin, 1992</p> |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>93511 | <b>Praktikum Digitale Übertragung</b><br>Digital communication Lab  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung / Lab<br>Course Digital Communications - Afternoon Group (3<br>SWS) | 2,5 ECTS        |
|   |                                  | Praktikum: Praktikum Digitale Übertragung / Lab<br>Course Digital Communications - Morning Group (3<br>SWS)   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Clemens Stierstorfer   |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Robert Schober  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> <li>• 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</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | 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 Übertragungsstrecken 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 Empfängeralgorithmen.

Die Studierenden bereiten die Bearbeitung der Versuche im Labor anhand der ausgegebenen 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.

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>They create routines for Gram-Schmidt orthogonalization and FSK transmission in MATLAB. Students analyze simple MIMO scenarios and implement corresponding receiver algorithms.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>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.</p> <p>Grundlegende Kenntnisse der Software MATLAB sind notwendig (bspw. aus "Software für die Mathematik" oder "Simulationstools").</p> <p>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.</p> <p>Basic mastery of the MATLAB software is necessary</p>   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Each experiment must be prepared in writing at home. The preparation will be checked and evaluated at the beginning of each experiment (sufficient/insufficient).</li> <li>• 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</li> </ul>  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | <p>of the experiment (sufficient/insufficient). The measured results must be documented in writing.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>To pass the course, 5 sufficient experiment preparations, 5 sufficient experiment executions and the passed asynchronous online test are required.</li> </ul> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> <li>Jedes Experiment muss zu Hause schriftlich vorbereitet werden. Die Vorbereitung wird zu Beginn eines jeden Experiments überprüft und bewertet (ausreichend/nicht ausreichend).</li> <li>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.</li> <li>Zum Bestehen des Kurses sind 5 ausreichende Versuchsvorbereitungen, 5 ausreichende Versuchsdurchführungen sowie der bestandene asynchrone Online-Test erforderlich.</li> </ul> |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch<br>Englisch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Skriptum zum Praktikum</li> <li>Skriptum zur Vorlesung Digitale Übertragung bzw. Digital Communications</li> <li>übliche Standardlehrwerke zur Thematik (Proakis, Haykin usw.)</li> </ul>   |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96261 | <b>Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen</b><br>Practical course on integrated circuits for wireless technologies | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen (3 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Manuel Koch   |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Robert Weigel  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Aufbauend auf den Kenntnissen der Vorlesung und Übung "Integrierte Schaltungen für Funkanwendungen" werden im Rahmen dieses Blockpraktikums integrierte Hochfrequenzschaltungen mithilfe von Cadence simulativ entwickelt.  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Wissen / Verstehen: Die Studierenden vertiefen ihre Grundkompetenzen in den folgenden Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analoge Schaltungstechnik</li> <li>• Entwurf Integrierter Schaltungen</li> <li>• Hochfrequenztechnik</li> <li>• Schaltungen für Funkanwendungen</li> </ul> <p>Anwenden: Die Studierenden erhalten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• praktische Erfahrung im Entwurf ausgewählter Schaltungen der Kommunikationstechnik</li> <li>• praktische Erfahrung mit der CAD Software "Cadence Virtuoso Analog Design Environment" zum Entwurf integrierter Schaltungen</li> <li>• praktische Erfahrung mit linearen und nichtlinearen Simulationstechniken ("S-Parameter", "Harmonic Balance") zur Analyse der HF Parameter von Schaltungen</li> </ul> <p>Beurteilen: Die Studierenden entwickeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis für Optimierungsmöglichkeiten von integrierten Schaltungen, insbesondere Hochfrequenzschaltungen</li> </ul> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Das Praktikum ISF umfasst den simulativen Entwurf der wichtigsten Komponenten eines integrierten Empfängers. Zur Vorbereitung auf das Praktikum muss ein Skript im Vorfeld durchgearbeitet werden um den benötigten Kenntnisstand über verwendete Werkzeuge und theoretischen Hintergrund sicherzustellen. Der Entwurf der Komponenten LNA und Mischer</p>   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | erfolgt während des Praktikums und wird durch die Tutoren überprüft. Das Praktikum ist bestanden wenn beide Komponenten auf Schaltplanebene realisiert, zu einem Empfänger kombiniert und eine abschließende Diskussionsrunde absolviert wurden. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | Unregelmäßig   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 37 h<br>Eigenstudium: 38 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>182405 | <b>Praktikum Architekturen der digitalen Signalverarbeitung</b><br>Laboratory architectures for digital signal processing   | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                          | -   |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer akustischen FSK Datenverbindung</li> <li>• Einführung in die VHDL Programmierung eines FPGAs</li> <li>• Erzeugung einer PRBS Sequenz</li> <li>• Effiziente Implementierung eines Sinusgenerators mit Hilfe des Cordic Algorithmus</li> <li>• Digitale Filterung</li> <li>• Demodulation/Detektion</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden erlangen Grundlagenkenntnisse in der Programmierung mit MATLAB und VHDL</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein digitales Datenübertragungssystem vom Sender bis zum Empfänger theoretisch zu konzipieren, in MATLAB zu simulieren und praktisch in VHDL auf einem FPGA umzusetzen</p> <p>Die Studierenden erhalten die theoretische und praktische Fähigkeit, digitale Signale zu definieren, zu verarbeiten, digitale Filter zu erzeugen und Signale mit diesen zu manipulieren</p> <p>Die Studierenden verstehen die Schnittstelle zwischen der digitalen und analogen Ebene und sind in der Lage, diese Schnittstellen auf einem FPGA Evaluation Board zu verwenden</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Praktikumsleistung als Studienleistung (unbenotet):</p> <p>2 Versuche ("Matlab Aufgaben" und "VHDL Aufgaben"). Je Versuch ist ein Protokoll (mit 3-5 Seiten) den erreichten Ergebnissen und dem funktionierenden selbständig erarbeitetem Programmcode abzugeben. Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer 5 minütigen mündlichen Prüfung</p>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Wintersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

# Laboratory training E- Powertrain

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

|   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Ingo Hahn  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>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.</p> <p>Vor Beginn der Praktikumsversuche findet eine Einführungsveranstaltung zur verwendeten Meßtechnik und zur Programmierung speicherprogrammierbarer Steuerungen statt.</p> <p> Kurzbeschreibung der Versuche: </p> <p>*Transistorsteller (V1)*<br/>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.</p> <p>*Stationäres Betriebsverhalten einer Asynchronmaschine (V2)*<br/>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.</p> <p>*Umrichter gespeister Asynchronmotor (V3)*<br/>Eine Asynchronmaschine wird mit einem Pulsumrichter mit einstellbarer Spannung und Frequenz betrieben. Zunächst wird der Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> 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</p> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Frequenzspektren ausgewertet. Die Auswertungen beim Betrieb mit <math>U/f = \text{konst.}</math> und feldorientierter Regelung werden verglichen.</p> <p>*Digitale Regelung eines Drehstrom-Servoantriebes (V4)*</p> <p>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.</p> <p>In diesem Versuch wird eine permanenterrregte Synchronmaschine mit Sinusstrom untersucht. Neben der Wirkungsweise des Motors liegt der Schwerpunkt des Versuches auf dem Verständnis der digitalen Regelung.</p> |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Studierende arbeiten an den folgenden Fachkompetenzen:</p> <p>Wissen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Die Studierenden bauen die Versuche teilweise auf und führen Messungen durch. Evaluieren: Die Messergebnisse werden mit Vorlesungen verglichen und die Ergebnisse werden analysiert.</li> </ul> </li> </ul>   |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Jeder Studierenden nimmt aktuell an vier Versuchen teil. Der zeitliche Aufwand für die Vorbereitung eines einzelnen Versuchs liegt bei max. 6 h und für die Durchführung bei max. 4 h.</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97610 | <b>Laborpraktikum Leistungselektronik</b><br>Laboratory course: Power electronics  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen.<br><br>Zu den Versuchsterminen besteht Anwesenheitspflicht |                 |
| 3 | Lehrende                         | -  |                 |

|   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr. Martin März  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Das Praktikum dient der Vertiefung und praktischen Anwendung des in der Vorlesung Leistungselektronik erarbeiteten Stoffes. Es werden 6 Versuche in Dreiergruppen durchgeführt. Alle 6 Versuche werden vom Lehrstuhl für Leistungselektronik in 90429 Nürnberg, Fürther Straße 248 durchgeführt.</p> <p><b>1. Aufbau einer Buck-Converter Schaltung</b></p> <p>In diesem Versuch dimensionieren die Studierenden einen Tiefsetzsteller. Dieser wird im Anschluss selbstständig aufgebaut, in Betrieb genommen und vermessen.</p> <p><b>2. Analyse einer Ćuk-Converter Schaltung</b></p> <p>In diesem Versuch wird das Betriebsverhalten einer Ćuk-Konverter Schaltung und die Möglichkeit zur Kompensation des Hochfrequenzstromes am Eingang bzw. Ausgang der Schaltung (magnetische Integration) untersucht.</p> <p><b>3. Doppelpuls</b></p> <p>In diesem Versuch untersuchen die Studierenden mit Hilfe des Doppelpulsverfahren das Schaltverhalten von Leistungshalbleitern. Dabei soll der Versuchsaufbau selbst, als auch der Einfluss verschiedener schaltungstechnischer Größen auf die Schaltzeiten und schließlich die Schaltverluste kennengelernt werden.</p> <p><b>4. Aktive PFC</b></p> <p>In diesem Versuche lernen die Studierenden das Prinzip sowie verschiedene Arten der Leistungsfaktorkorrektur kennen. Der Fokus liegt hierbei auf dem Aufbau und der Funktionsweise einer aktiven Leistungsfaktorkorrekturbeschaltung, welche mit konventionellen Brückengleichrichterschaltungen verglichen wird.</p> <p><b>5. Netzgeführte Stromrichter</b></p> <p>In diesem Versuch lernen die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise von ein- und dreiphasigen Gleichrichtern kennen.</p> |



|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>Hierbei werden u.a. Steuer- und Betriebskennlinien von un-, halb- und vollgesteuerten Stromrichterschaltungen aufgenommen und analysiert.</p> <p><b>6. Selbstgeführte Stromrichter</b></p> <p>In diesem Versuch lernen die Studierenden das Prinzip der PWM zur Erzeugung variabler Gleichspannung und Wechselspannung kennen. Es werden Untersuchungen des Lastverhaltens bei Ein- und Vierquadrantenbetrieb vorgenommen. Des Weiteren lernen die Studierenden den Aufbau und die Funktionsweise von Drehstrom-Wechselrichtern sowie die Prinzipien Blockkommutierung, Sinus-, Super-Sinus und Raumzeigermodulation zur Erzeugung von Drehstrom-Wechselspannung kennen.</p>   |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Lernziele und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den Anwendungszweck der wichtigsten, zur Grundausstattung eines Leistungselektroniklabors gehörenden Geräte (Netzteil, Oszilloskop, Pulsgenerator, RLC-Messbrücke) und können diese bedienen.</li> <li>• Die Studierenden können die Funktionsweise eines Schaltwandlers analysieren und diesen mit den vorhandenen Labormitteln vermessen.</li> <li>• Die Studierenden stellen selbst einen Schaltwandler her und nehmen diesen in Betrieb. Dazu lernen sie die Fähigkeiten des Bestückens einer Leiterplatte, des Lötens und des Wickelns einer induktiven Komponente.</li> <li>• Die Studierenden können Leistungshalbleiter mit Hilfe eines vorhandenen Messaufbaus dynamisch charakterisieren, die Messergebnisse interpretieren und charakteristische Bauteilkenndaten aus den Messwerten ableiten.</li> <li>• Die Studierenden verstehen auch anspruchsvollere Schaltwandler wie "aktive Leistungsfaktorkorrektur" (PFC), selbst- und netzgeführte Umrichter und können diese bezüglich ihrer wichtigsten Betriebseigenschaften vermessen.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Vorlesung <b>Leistungselektronik</b> (Teilnahme am Praktikum begleitend zur Vorlesung möglich)  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 4   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Praktikumsleistung als Studienleistung (unbenotet): 6 Versuche, je Versuch ist ein Protokoll mit 5-10 Seiten abzugeben. Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer 5-10 minütigen mündlichen Prüfung.</p>   |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)                     |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h                            |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Skript zur Vorlesung "Leistungselektronik", Versuchsbeschreibungen |

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

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>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 Löttaufbau 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.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung PEMSYP 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.</p>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Die Studierenden sind weiterhin nach der Veranstaltung in der Lage, eine Entwicklungsumgebung für Mikrocontroller anzuwenden, sie lernen folgende Aspekte zu verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software-Entwicklung unter Linux</li> <li>• Erzeugung von lauffähigem Code auf einem Mikrocontroller</li> <li>• Übertragung von Binärcode zum Mikrocontroller</li> </ul> <p>Im Rahmen des Aufbaus zweier Platinen werden zusätzlich folgende Inhalte vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löten an bedrahteten Bauelementen</li> <li>• Aufbau von einer Programmieradapterschaltung</li> <li>• Aufbau von einer Entwicklungsplattform mit integriertem Mikrocontroller und LCD-Display</li> <li>• Systematische Fehlersuche</li> </ul> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Serielle synchrone Datenübertragung (SPI)</li> <li>• serielle asynchrone Datenübertragung (UART)</li> <li>• parallele bidirektionale Datenübertragung über einen Bus</li> </ul> <p>Weiterhin sind die Studierenden nach dem Praktikum in der Lage folgende Kommunikationsprotokolle anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Befehlssatz des LCD Controllers HD44780</li> <li>• Befehlssatz eines ISM Funkmoduls</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Beherrschung der Inhalte von Lehrveranstaltungen in einem ingenieurwissenschaftlichen Grundstudium, die in die Grundlagen der Informatik und Elektrotechnik einführen</li> <li>• Kenntnisse in der Programmiersprache C</li> <li>• Grundverständnis von Booleschen Operationen</li> <li>• Englischkenntnisse</li> <li>• Deutschkenntnisse</li> </ul>  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Abschlusspräsentation mit Demonstration (10 Min.)</p>   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 30 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    | Kernighan / Ritchie: The C Programming Language<br><br><a href="https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/">https://www.like.tf.fau.de/lehre/lehrveranstaltungen/</a> |

# Laboratory training Sustainable mobility and production technology

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94892 | <b>Praktikum Technische Dynamik</b><br>Laboratory course: Applied dynamics  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sigrid Leyendecker   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>The experiments in this course involve, among others, performing numerical simulations using Matlab, studying coupled pendulums (including the beat phenomenon), analyzing a gyroscope (Lagrange's top), controlling a two-wheeled balancing robot, and programming an articulated robot arm.</p> <p>=====</p> <p>Die Versuche umfassen unter anderem numerische Simulationen mit Matlab, Untersuchung eines gekoppelte Pendels (inklusive Schwebung), ein Gyroskop (Lagrange-Kreisel), einen balancierenden Roboter auf zwei Rädern, sowie die Programmierung eines Knickarmroboters.</p>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><u>Subject matter expertise</u></p> <p><b>Knowledge</b><br/>Students will have knowledge of fundamental real-world mechanical systems and how to simulate them using mathematical models.</p> <p><b>Understanding</b><br/>Students will understand why a mathematical model can never precisely replicate reality.</p> <p><b>Application</b><br/>Students will be able to develop a mathematical model for a given dynamic system and apply it using numerical methods.</p> <p><b>Analysis</b><br/>Students will be able to analyze deviations between measurement data and numerical simulation results.</p> <p><b>Evaluation (Assessment)</b><br/>Students will be able to validate numerical simulation results and identify model parameters.</p> <p><b>Creation</b><br/>Students will be able to develop a sufficiently accurate mathematical model for a new, complex dynamic system, compare it to real measurement data through numerical simulation, and improve it if necessary.</p> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <p>=====</p> <p><u>Fachkompetenz</u></p> <p><b>Wissen</b><br/>Die Studierenden kennen grundlegende reale mechanische Systeme und Möglichkeiten, diese mit Hilfe mathematischer Modelle zu simulieren.</p> <p><b>Verstehen</b><br/>Die Studierenden verstehen, warum ein mathematisches Modell nie die Realität exakt abbilden kann.</p> <p><b>Anwenden</b><br/>Die Studierenden können für ein gegebenes dynamisches System ein mathematisches Modell entwerfen und dieses mit Hilfe numerischer Methoden anwenden.</p> <p><b>Analysieren</b><br/>Die Studierenden können Abweichungen der Messdaten von den numerischen Simulationsergebnissen analysieren.</p> <p><b>Evaluieren (Beurteilen)</b><br/>Die Studierenden können numerische Simulationsergebnisse validieren und Modellparameter identifizieren.</p> <p><b>Erschaffen</b><br/>Die Studierenden können zu einem neuen, komplexen dynamischen System ein hinreichend genaues mathematisches Modell bilden, dieses durch numerische Simulation mit realen Messdaten vergleichen und ggf. verbessern.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>This course includes several experiments, including pure programming as well as several real-world experiments. To receive credit for the course, students must successfully complete all experiments.</p> <p>Der Kurs besteht aus mehreren Versuchen, das schließt sowohl reine Programmierversuche als auch Versuche mit realen Experimenten ein. Zum Scheinerwerb müssen alle Versuche bestanden sein.</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |



|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | nur im Wintersemester                   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Englisch                                |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94897 | <b>Praktikum Fertigungsmesstechnik</b><br>Laboratory course: Manufacturing metrology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: PR FMT (2 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         |  |                 |

|   |                               |  |
|---|-------------------------------|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b> | Prof. Dr.-Ing. Tino Hausotte   |
| 5 | <b>Inhalt</b>                 | <p>Das Praktikum besteht aus folgenden fünf Versuchen:</p> <p><b>Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)</b> <a href="https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_5">https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_5</a><br/>Beschreibung von grundlegenden Eigenschaften und Besonderheiten der Mikro- und Nanomesstechnik,<br/>Einführung in die Grundlagen der Rastersondenmikroskopie,<br/>Aufzeigen der Vorteile und Grenzen der Rastersondenmikroskopie,<br/>Aufnehmen und Darstellen kleinster Strukturen in einem Bereich von &lt; 0,5 µm unter Verwendung eines Rastersondenmikroskops.</p> <p><b>Röntgen-Computertomografie (RCT)</b> <a href="https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_10">https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_10</a><br/>Einführung in die Verwendung der Röntgencomputertomografie für die geometrische Messtechnik,<br/>Simulation röntgencomputertomografischer Messungen mit aRTist (Software der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung),<br/>Messtechnische Auswertung röntgencomputertomografischer Messdaten mit VG StudioMax</p> <p><b>Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)</b> <a href="https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_11">https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_11</a><br/>Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen zur Streifenlichtprojektionsmesstechnik,<br/>Aufzeigen von Vorteile sowie Grenzen dieser Messtechnik,<br/>Durchführung von Messungen zu typischen Messaufgaben der Streifenlichtprojektions-messtechnik unter Verwendung geeigneter Bauteile,<br/>Eigenständige Bearbeitung praktischer Übungen zur Aufnahme von Oberflächen unter Verwendung der Streifenlichtprojektions-messtechnik.</p> <p><b>Taktile Formmesstechnik (TFMT)</b> <a href="https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_12">https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_12</a><br/>Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische Formmesstechnik am Beispiel der Rundheitsmessung eines Motorkolbens,<br/>Kennenlernen zwei unterschiedlicher Messverfahren (manuelle Messung unter Verwendung von Prismen und inkrementellen Feinzeigers, maschinelle Messung mittels Formmessgerät),<br/>Auswertung und Vergleich der beiden Messverfahren zur Formmesstechnik.</p> |

|   |   |  |
|---|---|--|
|   |   | <p><b>Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)</b> <a href="https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_7">https://www.fmt.tf.fau.de/studium/lehre-messtechnik/veranstaltungen-mt/#collapse_7</a></p> <p>Einführung in die dimensionelle bzw. geometrische, optische Mikrokoordinatenmesstechnik,<br/> Kennenlernen und Anwenden der Bild-verarbeitungssensorik des Multisensormessgerätes Werth Videocheck IP 250 mit Auflösungen im Bereich 0,1 µm für verschiedene Messaufgaben an einer Leiterplatte und einem Drehteil,<br/> Darstellen und Auswerten der Messergebnisse,<br/> Messunsicherheits-betrachtung für das Messverfahren.</p>   |
| 6 | <p><b>Lernziele und Kompetenzen</b></p> | <p><b>Mikro- und Nanomesstechnik (MNMT)</b><br/> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Haupteinsatzgebiete der Mikro- und Nanomesstechnik sowie verschiedene Messverfahren innerhalb dieses Messgebietes,</li> <li>• kennen die grundlegende Wirkweise und den Aufbau eines Rastersondenmikroskops,</li> <li>• kennen die Grenzen sowie die technischen Einschränkungen dieser Messtechnik,</li> <li>• können Strukturen mit einem Rastersondenmikroskop erfassen und die Ergebnisse angemessen darstellen.</li> </ul> <p><b>Röntgen-Computertomografie (RCT)</b><br/> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Aufbau, die Funktionsweise und die physikalischen Grundlagen eines industriellen Computertomografiesystems erklären (Anlagentechnik, Eigenschaften und Wechselwirkung von Röntgenstrahlung, Rekonstruktion),</li> <li>• können die messtechnische Auswertung und Verwendung der rekonstruierten Volumendaten erklären (Segmentierung, Merkmalsauswertung),</li> <li>• kennen die verschiedenen messtechnischen Artefakte bei der Verwendung der Röntgencomputertomografie und Möglichkeiten zu ihrer Begrenzung,</li> <li>• können unter Verwendung der Software aRTist eine röntgencomputertomografische Simulation starten und die entstehenden Volumendaten mit VG Studio Max auswerten.</li> </ul> <p><b>Streifenlichtprojektionsmesstechnik (SLPMT)</b><br/> Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können den Aufbau, die Funktionsweise und die technischen Komponenten eines Streifenlichtprojektions-messsystems beschreiben und erklären,</li> <li>• kennen die Grenzen dieser Messtechnik in Bezug auf die Oberflächenbeschaffenheit und die Form der zu messenden Bauteile,</li> <li>• können eigenständig Messungen mit dem Messgerät GOM ATOS Core oder vergleichbaren Messgeräten durchführen,</li> </ul> |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen grundlegende Auswertemöglichkeiten der aufgenommenen Datensätze unter Verwendung der Software GOM Inspect.</li> </ul> <p><b>Taktile Formmesstechnik (TFMT)</b><br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen die Haupteinsatzgebiete der taktilen Formmesstechnik,</li> <li>kennen die grundlegende Funktionsweise und die prinzipiellen Unterschiede und Grenzen der einzelnen Rundheitsmessverfahren,</li> <li>können die Rundheit an Werkstücken erfassen,</li> <li>können die Messergebnisse darstellen und angemessen bewerten.</li> </ul> <p><b>Optische Messung von Mikrobauteilen (OMM)</b><br/>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kennen grundlegende Messverfahren der Mikrokoordinatenmesstechnik,</li> <li>können unter Anleitung verschiedene Messaufgaben mit dem Werth Videocheck IP 250 durchführen,</li> <li>können die Messergebnisse angemessen darstellen und die Einflüsse auf das Messergebnis benennen,</li> <li>können eine einfache Messunsicherheitsbetrachtung nach GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) durchführen und ein vollständiges Messergebnis angeben.</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Die Praktikumsleistung wird durch Ableistung der 5 Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94898 | <b>Praktikum Kunststofftechnik</b><br>Laboratory course: Polymer technology | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Kunststofftechnik (2 SWS)                              | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer<br>Thomas Forstner                           |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Dietmar Drummer  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Praktikum Kunststofftechnik dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch vermittelten Lehrinhalte im Bereich der Verarbeitungsverfahren von Kunststoffen. Durch die Durchführung von praktischen Versuchen erhalten die Studierenden Einblick in die unterschiedlichen Prozesse zur Herstellung von Kunststoffprodukten. Im Rahmen des Praktikums werden die folgenden fünf Verarbeitungsverfahren behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion</li> <li>• Additive Fertigung</li> <li>• Duroplastspritzgießen</li> <li>• Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen</li> <li>• Schweißen von Kunststoffen</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur</li> <li>2. Elektronisches Antestat direkt vor Beginn des Versuches</li> <li>3. Durchführung des Einzelversuches</li> <li>4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen</li> <li>5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht</li> </ol> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden können ausgewählte Verfahren der Kunststoffverarbeitung beschreiben und definieren. Darüber hinaus sind sie in der Lage, die behandelten Verfahren darzulegen und zu verstehen.  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung<br/>Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt.</p> <p>Im Rahmen des Praktikums müssen die folgenden fünf Versuche absolviert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrusion</li> <li>• Additive Fertigung</li> <li>• Duroplastspritzgießen</li> <li>• Verarbeitung von Faserverbundkunststoffen</li> </ul>  |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    |   | • Schweißen von Kunststoffen                   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94893 | <b>Praktikum Lasertechnik</b><br>Laboratory: Laser technology             | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Masterpraktikum Lasertechnik (2 SWS)                           | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Richard Rothfelder<br>Karen Schwarzkopf<br>Prof. Dr.-Ing. Michael Schmidt |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Karen Schwarzkopf   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Lasertechnische Praktikum umfasst verschiedene Experimente aus dem Bereich der Lasermaterialbearbeitung. Es soll theoretische Kenntnisse in Lasertechnik und laserbasierten Prozessen vermitteln und diese in interessanten Versuchen mit Praxiserfahrung untermauern. Jeder Studierende nimmt an fünf Terminen teil: Einer Kurzvorlesung, in der Grundlagen der Laserbearbeitung erklärt bzw. wiederholt werden und vier praktischen Versuchen in den Laboren des Instituts. Die einzelnen Versuche sind konsekutiv und bauen aufeinander auf:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasertechnische Grundlagen (Vorlesung)</li> <li>• Diodengepumpte Festkörperlaser</li> <li>• Simulation von Laserprozessen</li> <li>• Laserbasierte Additive Fertigung</li> <li>• Sensorik in der Laserbearbeitung</li> <li>• Materialbearbeitung mit Ultrakurzpuls-Lasern</li> <li>• Optische Kohärenztomografie</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den Grundlagen experimentellen Arbeitens vertraut</li> <li>• können Probleme welche beim Einsatz von Laserstrahlung in der Praxis auftreten zusammenfassen</li> <li>• können darstellen welche Prozessparameter in der realen Anwendung zu welchen Ergebnissen führen</li> <li>• können beschreiben wie ein Lasermaterialbearbeitungsprozess simuliert werden kann</li> <li>• kennen Sicherheitsvorkehrungen welche beim Einsatz von Laserstrahlung beachtet werden müssen</li> <li>• können die Anwendung ultrakurzer Laserpulse in der Praxis erläutern</li> </ul>   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zum Bestehen müssen 4 Praktikumsberichte verfasst und diese abgenommen worden sein.</li> <li>• Die Struktur der Berichte und die Berichtslänge (5 - 15 DIN A4 Seiten) ist je nach Versuch und Gruppe unterschiedlich.</li> </ul>   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 20 h<br>Eigenstudium: 55 h        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94891 | <b>Praktikum Technische Mechanik</b><br>Laboratory course: Applied mechanics  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Masterpraktikum Technische Mechanik (4 SWS)<br>Sonstige Lehrveranstaltung: Tutoreneinführung zum Praktikum Technische Mechanik (2 SWS) | 2,5 ECTS<br>-   |
| 3 | Lehrende                         | Emely Schaller<br>Dr. Anahita Ahmadi Soufivand  |                 |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Kai Willner  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Einführung in das Programmpaket Abaqus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellverwaltung, Geometrieerstellung, Diskretisierung</li> <li>• Definition von Lasten und Randbedingungen</li> <li>• Definition von Kontakten</li> </ul> <p>Linear-elastische Analysen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verformungen, Verzerrungen und Spannungen</li> <li>• Einfluss von Elementtyp und Netzdichte</li> </ul> <p>Nichtlineare Analysen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Große Deformationen und Plastizität</li> <li>• Kontaktprobleme</li> </ul> <p>Dynamische Analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenwertberechnung</li> <li>• Nichtlineares Kontaktproblem im Zeitbereich</li> </ul> <p>UserElemente</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Steifigkeits- und Massenmatrix eines HEX8-Elements in MATLAB</li> <li>• Postprocessing</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen den grundlegenden Aufbau eines kommerziellen FE-Programmsystems</li> <li>• können problemangepasste FE-Modelle erstellen</li> <li>• können problemangepasste Lasten und Randbedingungen definieren</li> <li>• verstehen den konzeptionellen Unterschied zwischen linearen und nichtlinearen Beanspruchungsanalysen</li> <li>• können problemorientiert einen geeigneten Lösungsalgorithmus auswählen</li> <li>• können die Berechnungsergebnisse bewerten, kritisch hinterfragen und gezielt Modellanpassungen durchführen</li> <li>• können isoparametrische Elementdefinitionen als User-Element in einen gegebenen FE-Code implementieren, überprüfen und bewerten</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Für diese Lehrveranstaltung ist eine Anmeldung erforderlich.<br>Die Anmeldung erfolgt über: StudOn<br><a href="http://www.studon.uni-erlangen.de/cat5283.html">http://www.studon.uni-erlangen.de/cat5283.html</a>   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Praktikumsleistung<br><br>Praktikum Technische Mechanik (Prüfungsnummer: 48911)<br>Studienleistung, Praktikumsleistung<br>Leistungsschein wird nach vollständigen An- und Abtestat aller Versuche (mit Versuchsberichten) ausgestellt |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>unbenotet   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |   |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94894 | <b>Praktikum Umformtechnik</b><br>Laboratory course: Metal forming | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Masterpraktikum Vertiefung Umformtechnik (2 SWS)        | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein                                     |                 |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Marion Merklein  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                            | <p>Das Praktikum dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch vermittelten Lehrinhalte im Bereich der Umformtechnik. Durch die Durchführung praktischer Versuche erhalten die Studierenden Einblick in die unterschiedlichen Prozesse zur Herstellung moderner Produkte. Dies umfasst neben dem computergestützten Design, die Simulation, Untersuchungen zum Verschleißverhalten bis hin zur Tribologie in der Massivumformung. (Details siehe Einzelversuche). Die Inhalte bauen auf den beiden Grundlagenpraktika "Fertigungstechnisches Praktikum I &amp; II" auf.</p> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorbereitung auf den Einzelversuch anhand des Skriptes und der empfohlenen Literatur</li> <li>2. Durchführung eines elektronischen Antestats</li> <li>3. Durchführung des Einzelversuches</li> <li>4. Anfertigen einer schriftlichen Ausarbeitung zu den erzielten Versuchsergebnissen</li> <li>5. Ggf. Nachbesserung nach Durchsicht</li> <li>6. Erteilung des Abtestats jedes Einzelversuchs auf StudOn</li> <li>7. Scheinerwerb durch Lernfortschritt auf StudOn</li> </ol> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage ausgewählte Fertigungsverfahren der Umformtechnik zu beschreiben.</li> <li>• Die Studierenden können Vorgehensweise und Prinzip ausgewählter Methoden zur Werkstoffcharakterisierung auflisten und darlegen.</li> </ul> <p>Verstehen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, die behandelten Verfahren der Fertigungstechnologie und Werkstoffcharakterisierung darzulegen und zu verstehen.</li> </ul> <p>Analysieren</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die behandelten Verfahren der Umformtechnik, Werkstoffcharakterisierung zu differenzieren und zu charakterisieren.</li> </ul>  |  |
| 7 | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8 | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>        | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>  | Praktikumsleistung<br>Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung von allen 5<br>Praktikumsversuchen bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung<br>und Abtestat (Bericht) erbracht. |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>96940 | <b>Praktische Einführung in Machine Learning</b><br>Practical introduction to machine learning  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |                 |
| 3 | Lehrende                         | -   |                 |

|    |  |  |  |
|----|--|--|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr. Nico Hanenkamp   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Folgende Themengebiete werden unter anderem behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundlagen Machine Learning</li> <li>- Grundlagen der Digitalen Signalverarbeitung</li> <li>- Vorgehensweise bei Machine Learning Projekten</li> <li>- Praktische Einführung in die Programmiersprache Python mit Jupyter Notebook/Google Colab</li> <li>- Praktische Übung zur Anwendung traditioneller Machine Learning Methoden</li> <li>- Kurze Einführung in Neuronale Netze</li> </ul>  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | <p>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.</p> <p>Die Kenntnisse werden durch die eigenständige Bearbeitung einer Aufgabenstellung aus den Bereichen Audioanalyse zur Überwachung von Maschinen und Prozessen vertieft.</p> |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Empfohlen: Grundkenntnisse Python Programmierung   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br/>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major AI and autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Major Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Wahlmodule Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Variabel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausarbeit, 10-15 DIN A4 Seiten</li> <li>• Python Code</li> </ul>   |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | <p>Variabel (100%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausarbeit: 50%</li> <li>• Python Code: 50%</li> </ul>   |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>                  | in jedem Semester                       |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in<br/>Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 22 h<br>Eigenstudium: 53 h |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                     | 1 Semester                              |
| 15 | <b>Unterrichts- und<br/>Prüfungssprache</b> | Deutsch                                 |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                    |   |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94895 | <b>Praktikum FAPS</b><br>Laboratory course: FAPS  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum FAPS (2 SWS)   | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Alexander Kühl<br>Nina Merz<br>Roman Hahn<br>Christoph Hecht<br>Lukas Gugel<br>Christian Voigt<br>Martin Barth |                 |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | <p>Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik</p> <p>Zur Belegung des Moduls wird in StudOn einer der folgenden Kurse gewählt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum Durchgängiges Engineering [PDE]</li> <li>• Praktikum Elektromaschinenbau [EMB-P]</li> <li>• Praktikum energieeffiziente Produktion [EEP] Im SoSe zusätzlich:</li> <li>• Praktikum industrielle Entwicklung [PiE]</li> <li>• Produktionstechnologien dreidimensionaler Schaltungsträger [ProMID]</li> <li>• Praktikum Produktionstechnologien für die Leistungselektronik [PEPLab].</li> </ul> |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erwerben vertiefte Kompetenzen in den praktischen Bereichen Engineering, Elektromaschinenbau, Elektronikproduktion, industrielle Entwicklung und energieeffiziente Produktion aus der Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik  |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine   |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Praktikumsleistung:<br>- 5 Versuche, je Versuch ist ein Protokoll mit ca. 5-10 Seiten abzugeben.<br>- Vor jedem Versuch erfolgt eine Überprüfung der ausreichenden Kenntnis der Versuchsbedingungen im Rahmen einer ca. 10 minütigen mündlichen Prüfung   |  |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>         | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden) |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | in jedem Semester                              |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h        |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester                                     |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                |  |



|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94896 | <b>Praktikum Ressourceneffiziente Produktion</b><br>Laboratory course: REP      | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Masterpraktikum Ressourceneffiziente Produktion (Zerspanung) (2 SWS) | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Jan Selzam<br>Jan Reichinger<br>Prof. Dr. Nico Hanenkamp                        |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Nico Hanenkamp   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Das Praktikum dient zur Vertiefung der im Studium theoretisch gelehnten Inhalte im Bereich Operation Exzellenz und ressourceneffiziente Produktionssysteme:</p> <p>1. Prinzipien und Elemente eines Just-In-TimeProduktionssystems:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fließprinzip</li> <li>• Taktprinzip</li> <li>• Ziehprinzip</li> <li>• Null-Fehlerprinzip</li> </ul> <p>2. Methoden und Werkzeuge zur operativen Produktionsoptimierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wertstromanalyse</li> <li>• Austaktung von Prozessen</li> </ul> <p>3. Grundlagen des Maschinellen Lernens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prozesskette zur Datenanalyse</li> <li>• Praktische Datenanalyse mit ML-Algorithmen an einem Prüfstand</li> </ul>   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Fachkompetenz<br/>Wissen<br/>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Kernelemente eines schlanken Unternehmens</li> <li>• kennen der Kernelemente des JIT-Produktionssystems</li> <li>• kennen der verschiedenen Prinzipien der Fertigungsteuerung</li> <li>• kennen die Ursachen für Nachfrageschwankungen in der Produktion</li> <li>• kennen die Prozesskette der Datenaufnahme und die notwendigen Werkzeuge für die Anwendung des Maschinellen Lernens (ML)</li> <li>• kennen die Potentiale für den Einsatz von ML-Algorithmen</li> </ul> <p>Verstehen<br/>Die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen das JIT Produktionssystem</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen Tätigkeit mit Verschwendung und mit Wertzuwachs</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen auftragsbezogener und anonymer Bestellung</li> <li>• verstehen die Materialflussprinzipien entsprechend des LEAN Gedanken</li> <li>• verstehen den Unterschied zwischen einer Push- und Pull-Steuerung</li> <li>• verstehen die Ursachen der Nivellierung der Produktion</li> </ul> |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen das Arbeitsverteilungsdiagramm</li> <li>• verstehen das Prinzip des ML</li> </ul> Anwenden<br>Die Studierenden: <ul style="list-style-type: none"> <li>• können die verschiedenen Verschwendungsarten im Wertstrom erkennen</li> <li>• können den Kundentakt und die benötigte Mitarbeiteranzahl berechnen</li> <li>• können einen einfachen Wertstrom dokumentieren und ein Soll-Wertstromdesign gestalten</li> <li>• können die Austaktung mehrerer Prozesse im Wertstrom vornehmen (inklusive Zykluszeitermittlung, etc.)</li> <li>• können einfache Aufgabenstellungen aus dem Bereich ML bearbeiten</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Die Prüfungsleistung wird durch Ableistung der fünf Praktikumsversuche bestehend aus Antestat, Versuchsdurchführung und Abtestat (Bericht) erbracht.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                   |   |                 |
|---|-----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>878210 | <b>Lab course machine learning in signal processing</b>                 | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen               | Praktikum: Lab Course Machine Learning in Signal Processing (4 SWS)     | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                          | Amir El-Ghoussani<br>Prof. Dr. Vasileios Belagiannis<br>Michele De Vita |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr. Vasileios Belagiannis   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>This is an advanced level lab course in machine learning. Imagine a car driving on an autobahn in an automatic mode. Among other things, the car needs to steer itself to keep driving in it's own lane. To accomplish this,</p> <p>the central problem is to detect the road-lane markings. These are the white solid or dashed lines that are drawn on each side of the lane. The standard modern approach to solve this type of problems is to take a large dataset of labeled examples and train a deep neural network model to accomplish the task. This is how car and pedestrian detection algorithms are developed. The difficulty with the road-lane markings is that there is no labeled dataset of them and creating such dataset would cost millions of dollars.</p> <p>In this lab course we will solve this problem using transfer learning and mathematical modeling:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Create cartoon-like artificial images of a road with known locations for the lane markings.</li> <li>• Train deep neural network on these artificial images with heavy data augmentations that mimic real-world images.</li> <li>• Create a dataset of unlabeled real-life videos by downloading and organizing examples from youtube.</li> <li>• Create a machine learning pipeline for working with these videos efficiently.</li> <li>• Apply the neural network that has been trained on artificial data to the real world videos.</li> <li>• Analyze the quality of results produced by the network.</li> <li>• Use mathematical modeling to correct the outputs of the network.</li> <li>• Retrain the network on the dataset composed of the corrected outputs.</li> <li>• Measure and analyze the quality of the results.</li> </ul> <p>The software will be written in Python using JupyterLab development framework. Access to modern GPU server will be provided. The best students will have the opportunity to contribute to the creation of state-of-the-art lane detection system for self-driving cars during or after the course.</p> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Students are able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Independently design machine learning pipelines to solve complex problems in artificial intelligence.</li> <li>• Choose appropriate algorithms for the problem at hand.</li> </ul>  |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use standard packages for machine learning in Python: numpy, cvxpy, scikit-learn, pywavelets, pytorch.</li> <li>• Debug and calibrate machine learning algorithms. Develop modification to the standard algorithms as appropriate to the problem at hand.</li> <li>• Explain the theoretical aspects of deep learning.</li> </ul>                             |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Knowledge of Python programming language is required. Basic theoretical knowledge in machine learning is assumed: consider taking the Machine Learning in Signal Processing (MLSIP) course in the same semester.   |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Laboratory training AI and Autonomous driving Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Laboratory training Connectivity Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | <p>Praktikumsleistung</p> <p>Zum Bestehen des Praktikums müssen die Programmieraufgaben der 5 Versuche erfolgreich bearbeitet werden.</p>  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 60 h</p> <p>Eigenstudium: 15 h</p>   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <p>1) Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., &amp; Bengio, Y. (2016). Deep learning.</p> <p>2) Friedman, J., Hastie, T., &amp; Tibshirani, R. (2001). The elements of statistical learning.</p> <p>3) Raschka, S., Liu, Y. H., Mirjalili, V., &amp; Dzhulgakov, D. (2022). Machine Learning with PyTorch and Scikit-Learn: Develop machine learning and deep learning models with Python.</p>      |

|   |                                  |   |               |
|---|----------------------------------|---|---------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95673 | <b>Materialien der Elektronik und Energietechnik</b><br>Materials in electronics and electrical engineering   | <b>5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Im aktuellen Semester werden keine Lehrveranstaltungen zu dem Modul angeboten. Für weitere Auskünfte zum Lehrveranstaltungsangebot kontaktieren Sie bitte die Modul-Verantwortlichen. |               |
| 3 | Lehrende                         | -   |               |

|    |  |   |  |
|----|--|---|--|
| 4  | <b>Modulverantwortliche/r</b>            | Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann   |  |
| 5  | <b>Inhalt</b>                            | Materialien der Elektronik und Energietechnik und Anwendungen: Metalle, Dielektrika (einschl. Piezo-, Ferro- und Thermo-Elektrika), Halbleiter (anorganisch und organisch), magnetische Materialien und Supraleiter<br>Experimentelle Arbeiten in den Bereichen Eigenschaften und Technologien der Materialien der Elektronik und Energietechnik  |  |
| 6  | <b>Lernziele und Kompetenzen</b>         | Die Studierenden erwerben fundierte Kenntnisse über Materialeigenschaften und deren Anwendung. Kennenlernen experimenteller Techniken in den Werkstoffwissenschaften, Verfassen von technischen Berichten, Teamarbeit   |  |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Module B2 und B7 bestanden  |  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 5   |  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Klausur<br>Die Vorlesung des Lehrstuhls WW6 wird im Format " <b>Flipped Classroom</b> " durchgeführt (synchrone Lerneinheiten im Hörsaal & asynchrone Lerneinheiten über Studon: <a href="https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_359194">https://www.studon.fau.de/studon/goto.php?target=crs_359194</a> )<br><br>Die (Teil-)Prüfung WW6 findet als <b>elektronische Klausur</b> (maximale Punktzahl = 300) statt.<br>Die elektronische Klausur enthält teilweise Multiple Choice Fragen. Es gilt: Jede Antwortmöglichkeit wird bei richtiger Beantwortung mit der zugewiesenen Punktzahl bewertet; falsche Beantwortung geht innerhalb der Frage mit negativen Punkten ein. Es werden alle Punkte der Antwortmöglichkeiten addiert. Es gibt keine Negativpunkte für falsch markierte Aufgaben. |  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Klausur (100%)  |  |

|    |   |   |
|----|---|---|
|    |   | <p>Für die Klausur können im Rahmen des Flipped-Classroom Konzeptes bis zu 30 <b>Bonuspunkte</b> für die Abschlussklausur erworben werden indem an 5 von 7 Präsenzterminen die Wiederholungsfragen (= Kickoff-Polls) zum Beginn der Veranstaltung erfolgreich beantwortet werden (50-75% richtige Antworten: Bonus = 15 Punkte, &gt;75% richtige Antworten: Bonus = 30 Punkte).</p> <p>Hinweis: Als Vorbereitung für die Kickoff-Polls in den Präsenzphasen wird die Teilnahme am <b>eTutorium</b> (Kurs der Virtuellen Hochschule Bayern) empfohlen: <a href="https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp">https://kurse.vhb.org/VHBPORTAL/kursprogramm/kursprogramm.jsp</a> --&gt; WS xx/xx --&gt; Ingenieurwissenschaften --&gt; Elektrotechnik/Elektronik und Informationstechnik --&gt; Werkstoffkunde für die Elektrotechnik (bitte die Studiengang-Auswahl beachten !)</p> |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>              | nur im Wintersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>    | Präsenzzeit: 45 h<br>Eigenstudium: 105 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                 | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b> | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                | Peter Wellmann, Materialien der Elektronik und Energietechnik - Halbleiter, Graphen, Funktionale Materialien, Springer Vieweg 2017, ISBN 978-3-658-14005-2  |

|   |                                  |  |                  |
|---|----------------------------------|--|------------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>95981 | <b>Grundlagenpraktika</b><br>Fundamental Laboratories ET   | <b>5 ECTS</b>    |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Praktikum Grundlagen der Elektrotechnik I für Energietechnik (1 SWS, SoSe 2025)<br>Praktikum: Praktikum Antriebstechnik und Energieversorgung (1 SWS, SoSe 2025)<br>Praktikum: Gruppen 1 bis 5 (0 SWS, SoSe 2025)<br>Praktikum: Gruppen 6 bis 12 (0 SWS, SoSe 2025) | -<br>-<br>-<br>- |
| 3 | Lehrende                         | Dr.-Ing. Daniel Kübrich<br>Babak Dianati<br>Prof. Dr. Johann Jäger<br>Florian Mahr   |                  |

|   |                                  |   |
|---|----------------------------------|---|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Peter Randelzhofer  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Grundlagen der Elektrotechnik I</b><br/>Im Rahmen dieses Praktikums werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wickelkondensator</li> <li>• Magnetfeldmessung</li> <li>• Transformator</li> <li>• Schwingkreis</li> </ul> <p><b>Grundlagen der Elektrotechnik II</b><br/>Im Rahmen des Praktikums werden 4 Versuche zu den folgenden Themen durchgeführt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ohmsche Netze; Zweitore</li> <li>• Quelle und Last; reaktiver Zweipol; Bode-Diagramm</li> <li>• Schaltungssimulation</li> <li>• Nichtsinusförmige periodische Signale und Fourierreihen</li> </ul> <p><b>Antriebstechnik und Energieversorgung</b><br/>Dieses Praktikum umfasst:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen Versuch am Lehrstuhl für elektrische Antriebe und Maschinen</li> <li>• eine Exkursion am Lehrstuhl für elektrische Energiesysteme</li> </ul> <p><b>Werkstoffe</b><br/>In diesem Praktikum werden folgende Themen angeboten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeit und Formänderung</li> <li>• Wärmebehandlung von Stählen</li> <li>• Gefügeänderungen beim Schweißen</li> <li>• Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung</li> <li>• Hochtemperaturoxidation</li> <li>• Elektrische Leitfähigkeit</li> <li>• Zugeigenschaften von Kunststoffen</li> <li>• Festigkeit von Glas</li> </ul> |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | Nach der Teilnahme an den Veranstaltungen zum Praktikum Elektrotechnik sind die Studierenden in der Lage:   |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <p>Messaufbauten mit den grundlegenden Messgeräten wie z.B. Multimeter, Sinusgenerator, Oszilloskop sowie deren Bedienung zu verstehen,</p> <p>den inneren Aufbau von Kondensatoren und Transformatoren zu analysieren, indem sie einen Kondensator und einen Transformator selber herstellen, einfache Schaltungen messtechnisch zu analysieren und deren Verhalten zu verstehen, durch einen Vergleich von gemessenen und berechneten Ergebnissen den Einfluss von parasitären Eigenschaften zu verstehen, den grundlegenden Umgang mit nichtsinusförmigen periodischen Signalen zu verstehen.</p> <p>Nach der Teilnahme an den Veranstaltungen zum Praktikum Werkstoffe sind die Studierenden in der Lage:<br/>Werkstoffproben zu präparieren und Werkstoffe zu charakterisieren, den Zusammenhang zwischen Prozess, Struktur und Eigenschaften von Werkstoffen zu verstehen.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2;3  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Praktikumsleistung   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)<br>Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Wiederholung der Prüfungen</b>        | Die Prüfungen dieses Moduls können nur einmal wiederholt werden.   |
| 14 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 75 h<br>Eigenstudium: 75 h  |
| 15 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 2 Semester   |
| 16 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch  |
| 17 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |



|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>97327 | <b>Laboratory training biomechanics</b>  | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Laboratory training biomechanics (2 SWS)  | 2,5 ECTS        |
| 3 | Lehrende                         | Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday<br>Dr. Nicole Tueni<br>Philipp Scherm<br>Dr. Rahul Gopalan Ramachandran |                 |

|   |                                  |  |  |
|---|----------------------------------|--|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Silvia Budday   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p><b>Introduction: biomechanical testing of ultrasoft tissues</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Motivation and challenges</li> <li>• Different testing techniques</li> <li>• Deformation, strain, stretch, and stress</li> </ul> <p><b>Experiments</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanical measurements in compression and tension</li> <li>• Comparing pig brain tissue and gummy bears</li> </ul> <p><b>Data Analysis</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Data handling and visualization</li> <li>• Extracting the hyperelastic response</li> <li>• Averaging over multiple specimens</li> </ul> <p><b>Introduction: material modeling and finite element simulations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyper- and viscoelastic material modeling</li> <li>• Short introduction into the finite element (FE) method</li> <li>• Applications for large-scale FE simulations</li> </ul> <p><b>Parameter Identification</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Derive the stress-strain relation for the one-term Ogden model</li> <li>• Define an objective function and determine material parameters using Matlab</li> </ul> <p><b>Finite element simulations</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use identified parameters for FE simulations of the experimental procedure</li> <li>• Analyze the influence of no-slip boundary conditions on the model output compared to the homogeneous assumption in the analytical solution</li> <li>• Hyper- versus viscoelastic response</li> </ul> |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>The students</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the challenges related to the mechanical characterization of ultrasoft materials</li> <li>• Know suitable testing setups and protocols to characterize the mechanical behavior of brain tissue</li> <li>• Can classify hyper- and viscoelastic material behavior based on experimental data</li> <li>• Can identify material parameters for the Ogden model based on experimental data</li> <li>• Understand the importance of choosing appropriate material parameters for finite element simulations</li> </ul>   |  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understand the difference between homogeneous and no-slip boundary conditions as well as their influence on the model output</li> <li>• Understand possible sources of error regarding predictions made using finite element simulations</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 1  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training Sustainable mobility and production technology<br>Master of Science Elektromobilität-ACES 20222  |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>Accomplishment of laboratory training<br>Certificate of accomplishment will be issued after all tests (with test reports) have been completed.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (100%)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | in jedem Semester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 60 h<br>Eigenstudium: 15 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |

|   |                                  |   |                 |
|---|----------------------------------|---|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>42907 | <b>Laboratory course: Power electronics for decentral energy systems</b>                              | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Laboratory Course on Power Electronics for Decentral Energy Systems (LEE-PR-EEE) (3 SWS)   | 3 ECTS          |
| 3 | Lehrende                         | Stefanie Büttner<br>Madlen Hoffmann<br>Raffael Schwanninger<br>Nikolai Weitz<br>Prof. Dr. Martin März |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Thomas Eberle   |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | <p>Content:</p> <p>During the laboratory course students learn:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dealing with power electronics measurement equipment</li> <li>• measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit</li> <li>• how to avoid the most common measurement problems</li> <li>• safety rules when dealing with power electronics</li> </ul> <p>In den Versuchen werden u.A. folgende Themen behandelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leistungshalbleiter</li> <li>• DC-DC-Wandler</li> <li>• Energieeinspeisung aus PV-Quellen</li> <li>• Energiespeicherung in elektrochemischen Speichern</li> <li>• Regelung und Stabilitätsanalyse von DC-Netzen</li> </ul>  |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p>Students who participate in this course will become familiar with the basics of decentral energy systems, their components and operation.</p> <p>After successfully completing this module, students:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• know the structure and topologies of local low-voltage direct current grids, the most important properties and error scenarios</li> <li>• know the electrical properties of battery storage and regenerative power sources</li> <li>• know the basic circuits of the various power electronic converters in a DC grid (DC / DC and AC / DC converters), their advantages and disadvantages</li> <li>• understand the arc problem</li> <li>• know solutions for the implementation of DC-compatible plugs, switches and protective devices</li> <li>• know procedures for controlling decentral DC grids</li> <li>• can model switch-mode converters and grids with regard to their dynamic behavior</li> <li>• know procedures for impedance measurement in grids "under load"</li> <li>• can carry out stability studies on DC grids</li> <li>• are familiar with modern device power supply solutions using protective extra-low voltage</li> <li>• During the laboratory course students learn:</li> </ul> |  |

|    |  |   |
|----|--|---|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• dealing with power electronics measurement equipment</li> <li>• measuring typical characteristics and important parameters of a power electronic circuit</li> <li>• how to avoid the most common measurement problems</li> <li>• safety rules when dealing with power electronics</li> </ul> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | <p>Prerequisites:</p> <p>To succeed in this course, students will need to apply knowledge from basics of electrical engineering. The fundamental toolset (AC circuit analysis using complex phasor method, basic differential equations, Kirchhoffs law, basic electric circuits, etc.) must be mastered.</p>                         |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | keine Einpassung in Studienverlaufsplan hinterlegt!   |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | <p>Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p> <p>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222</p>   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Variabel  |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Variabel (bestanden/nicht bestanden)  |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester   |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | <p>Präsenzzeit: 90 h</p> <p>Eigenstudium: 135 h</p>   |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester  |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Deutsch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Script Lecture Power electronics (März)</li> <li>• Script Lecture Power electronics for decentral energy systems (März)</li> </ul>   |

|   |                                  |  |                 |
|---|----------------------------------|--|-----------------|
| 1 | <b>Modulbezeichnung</b><br>94899 | <b>Laboratory training computer-aided product design methods</b><br>Laboratory course: Computer-aided production methods | <b>2,5 ECTS</b> |
| 2 | Lehrveranstaltungen              | Praktikum: Laboratory Training Computer-aided Product Design Methods (RPE) 2025ss (2 SWS)                                | -               |
| 3 | Lehrende                         | Stephan Freitag  |                 |

|   |                                  |   |  |
|---|----------------------------------|---|--|
| 4 | <b>Modulverantwortliche/r</b>    | Prof. Dr.-Ing. Sandro Wartzack  |  |
| 5 | <b>Inhalt</b>                    | CAD modeling, Multi-body simulation, Digital image correlation, Data mining, Tolerance simulation   |  |
| 6 | <b>Lernziele und Kompetenzen</b> | <p><b>Professional expertise Knowledge</b> As part of the laboratory course, students are taught about computer-aided product development using computer-aided engineering (CAE). An essential part of the course are the theory and the use of computer-based tools and methods. In the five lectures, basic knowledge of the used computer-aided tools is taught, in particular knowledge of:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer-aided simulation methods (computer aided engineering - CAE)</li> <li>• Computer-aided product modeling using computer-aided design (CAD) (variants, parametrics, product families, rules)</li> <li>• Multi-body simulation (MBS) methods</li> <li>• Methods for computer-aided evaluation of optical measurements using digital image correlation</li> <li>• Data mining methods and their use for data-driven product development</li> <li>• Computer-aided methods of statistical tolerance analysis for virtual quality assurance of products</li> </ul> <p><b>Comprehension</b> The students acquire understanding based on the knowledge gained by abstracting tasks and identifying essential contents as part of the practical activities. The following findings are particularly important in the context of the five lectures:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Understanding parametric CAD models</li> <li>• Understanding of multi-body models and simulations</li> <li>• Understanding optical measurement methods and how to evaluate their results</li> <li>• Understanding of regression and classification methods</li> <li>• Understanding of statistical tolerance simulations</li> </ul> <p><b>Application</b> As part of the laboratory course, students apply what they have learned to analyze virtual product models and parameterize models. The basis for the practical activities is the knowledge gained in the theoretical sections of the instructions. As part of the five lectures, students apply the following methods under supervision:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Exercise 1: Modeling of components and assemblies. Parameterization of CAD models. Creating family tables (deriving variants). Implementing design rules.</li> <li>• Exercise 2: Defining a multi-body model. Parameterization of the model. Creating the kinematic joints. Adding formulas.</li> </ul> |  |

Performing a kinematics simulation. Creating displacement/velocity/acceleration/time diagrams.

- Exercise 3: Preparation of measurement data. Creation of auxiliary components. Aligning measurements via reference measuring points relative to the CAD nominal geometry. Carrying out measurements for the area-based investigation of deformations and point-based movement analyses. Creating diagrams to assess strains, displacements, velocities and accelerations.
- Exercise 4: Preparation of the data. Applying regression and classification algorithms. Training the prediction models. Interpretation of the results and evaluation of the performance of the prediction models.
- Exercise 5: Definition of tolerance analysis models. Performing arithmetic and statistical tolerance analyses and sensitivity analyses. Representing the results using histograms and bar charts. Interpretation of the results with the aid of statistical parameters such as standard deviation and scrap rate.

**Analysis** The students understand interrelationships by demonstrating links to the skills acquired in subjects such as technical product design (TPG), methodical and computer-aided design (MRK), practical product development with 3D CAD systems (PPE3DCAD), multibody dynamics (MKD) or technical mechanics (TM). **Evaluate** The students learn ways and methods of evaluating simulation and measurement results from multi-body simulation, tolerance simulation or optical measurement technology. These include reading and evaluating diagrams such as force-displacement curves, velocity and acceleration curves or probability distributions:

- Testing the running smoothness of crank drives using the results of numerical integration
- Evaluating suitable positions of measuring points
- Evaluating the strain and movement behavior of assemblies and parts
- Evaluating the performance of prediction models
- Evaluate the influence of the sample size on the validity of statistical tolerance simulations
- Evaluate the contribution of individual tolerances and components to the fulfillment of the function of the assembly

**Create** The students will be able to create CAD and CAE models to simulate other problems based on the fundamentals they have learned. This includes in particular:

- Creating parameterized CAD models
- Creation of multi-body simulation models
- Creating strategies for the computer-aided evaluation of optical measurements
- Creating regression and classification models for their application in data-driven product development

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Creating tolerance analysis models to investigate the effects of variations of individual components on the functional performance of the assembly</li> </ul> <p><b>Learning and methodological skills</b> The students are able to use the mentioned computer-aided tools independently. The basis for this is provided by the theoretical fundamentals and exercise instructions. The support of the supervisors and student tutors enables students to use the learning content confidently in practice. <b>Self-competence</b> The students are taught how to organize their work independently and how to adhere to milestones. Furthermore, the students learn to objectively assess and reflect on their own strengths and weaknesses, both professionally (e.g. in the colloquium at the beginning of each lecture) and socially (e.g. when discussing solutions in small groups). <b>Social skills</b> The students work independently on the course objectives, with the opportunity to work together in small groups to find solutions to the tasks set. Supervisors, student tutors and fellow students provide valuable feedback in the discussions.</p> |
| 7  | <b>Voraussetzungen für die Teilnahme</b> | Keine  |
| 8  | <b>Einpassung in Studienverlaufsplan</b> | Semester: 2  |
| 9  | <b>Verwendbarkeit des Moduls</b>         | Laboratory training E-Powertrain Master of Science Elektromobilität-ACES 20222<br>Laboratory training Sustainable mobility and production technology Master of Science Elektromobilität-ACES 20222   |
| 10 | <b>Studien- und Prüfungsleistungen</b>   | Praktikumsleistung<br>In order to obtain the certificate, an independently created digital copy consisting of a virtual product model (a CAD model or a MATLAB script) and a submission sheet (approx. 3 pages per attempt) must be submitted. The work is carried out independently under tutorial supervision. The documents required in each of the five experiments must be submitted in digital form via StudOn by the deadlines defined in advance and form the basis for the test assignment. The progress continuously assessed by the supervisors during the laboratory training after the submission of documents on predefined dates and can be viewed by the students during the laboratory training via StudOn.   |
| 11 | <b>Berechnung der Modulnote</b>          | Praktikumsleistung (bestanden/nicht bestanden)   |
| 12 | <b>Turnus des Angebots</b>               | nur im Sommersemester  |
| 13 | <b>Arbeitsaufwand in Zeitstunden</b>     | Präsenzzeit: 30 h<br>Eigenstudium: 45 h  |
| 14 | <b>Dauer des Moduls</b>                  | 1 Semester   |
| 15 | <b>Unterrichts- und Prüfungssprache</b>  | Englisch   |
| 16 | <b>Literaturhinweise</b>                 |  |